Math. a. 25 n

Vorleſungen

über

die mathematiſche und phyſikaliſche

Erdbeſchreibung

von

Karl Auguſt Lebrecht Biſchof,
öffentlichen Lehrer der lateiniſchen und franzöſiſchen Sprache, der Geſchichte, Geographie, und Naturlehre zu Fürth.

Zweiter und lezter Band
mit 8 Kupfern.

Neue Ausgabe.

Ansbach, 1814.
in der Gaſſert'ſchen Buchhandlung.

Ihro

des Königlich Preuſſiſchen Geheimen Staats- Kriegs-
Cabinets- auch dirigirenden Miniſters in den Königl.
Ländern, fränkiſchen Kreiſes, ꝛc.

Freiherrn

von Hardenberg,

Hochgebohrnen Excellenz.

Zum Merkmale

der

innigſten Devotion und tiefſten Ehrfurcht

unterthänigſt gewidmet

vom

Verfaſſer.

Verzeichniß
der
Herren Subſcribenten.

		Exempl.
Herr	Bach, Organiſt, . .	1
=	Barfuß, Adjunct, . .	1
=	Barthel, Apotheker, . .	1
=	Barthel, Uhrmacher, . .	1
=	Baus, Handelsmann, . .	1
=	Beils, Buchbinder, . .	1
=	Beils, Buchbinder, . .	1
=	Beringer, Mechanicus in Nürnberg, .	1
=	Bickel, Uhrmacher, . .	1
=	Billing, Weinhändler, . .	2
=	Braun, Hofuhrmacher, . .	1
=	Breu, . . .	1
=	Buff, Hochfürſtl. Heſſiſch. und Hochgräfl. v. Pückler. Hofrath, .	1
=	Burger, Hochfürſtl. Hohenl. Steuer-Secretair in Langenburg, .	1
=	v. Denzel, Königl. Pr. Geheim. Hof- und Regierungsrath, .	1
=	Diezer, Rechnungsrenovat. in Alzei, .	1
=	Eberlein, Chirurgus, . .	2

Exempl.

Herr Ehrlicher, Sprachmeiſter, . . 1
= Eiſenmeyer, Hochfürſtl. Hohenl. Steuer-Secretair in Langenburg, . 1
= Eſchke, Auditeur und Rechts-Conſ. in Torgau, 1
= Falke, Joh. Caſp. Kaufmann in Nürnberg, 1
= Fenzel, Uhrmacher, . . 1
= Fiſcher, Graveur, . . 1
= Frank, Schloſſer, . . 1
= Gebhardt, Kaufmann, . . 1
= Geiling, Goldarbeiter, . . 1
= Gottfried, Schreinermeiſter, . 1
= Hänig, Copiſt in Dresden, . 4
= Hartmann, Schreinermeiſter, . 1
= Hauck, Buchbinder, . . 1
= Heerdegen, Schuhmachermeiſter, . 1
= Heß, Uhrmacher, . . 1
= Hildel, Gürtlermeiſter, . . 1
NB. War unter den Subſcribenten des erſten Bandes als Schuhmacher falſch angegeben.
= Hofmann, (Albrecht,) in Farrnbach, . 1
= Hofmann, (Johann,) in Farrnbach, . 1
= Hommel, Königl. Preuß. Juſtiz Commiſſ. und Hochgräfl. Pappenheim. Rath, . 1
= Höning, Joh. Georg, Strumpfſtriker in Dünkelſpiel, . . 1
= Killinger, Kaufmann, . . 1
= Knorr, Wolfgang, in Farrnbach, . 1
= Knott, Goldarbeiter, . . 1
= Kröter, in Farrnbach, . . 1
= Kühnlein, Apotheker, . . 1

Herr

	Exempl.
Herr Lazarus, Lehrer und Erzieher in Ofenb.	1
= Lederer, Kupferſchmidt,	1
= Leininger, Schuhmachermeiſter,	1
= Leube, Fürſtl. Löwenſt. Werthheim. Regier. Secretair,	1
= Graf von Limburg Styrum Excellenz,	1
= Mennesdörfer, Kaufmann,	1
= Monat- und Kußler. Buchhandl.	1
= Mößner, Weinwirth,	1
= Müller, Drechslermeiſter,	1
= Neidhard,	1
= Neinz, Folio Fabricant,	1
= Oehm, Miniaturmahler,	1
= M. Oetter, Pfarrer in M. Erlebach,	1
= D. Petz, Medic.	1
= Pez, Kaufmann,	1
= Reich, Hofmedailleur,	1
= Reich, Medailleur,	1
= Reichel, Bäcker,	1
= Reißner,	1
= Rückert, Juwelierer,	1
= Rupprecht, Handelsmann,	1
= Saueracker, Kön. Preuß. Juſtiz Commiſſ.	1
= Schaller,	1
= Scheidig, Adam,	1
= Scheidig, Nicolaus,	1
= Scheidig, Carl Wilhelm,	1
= Schliphake, Schreinermeiſter,	1
= Schmelz,	1

		Exempl.
Herr Schöll, Gaſtwirth,	⸗	1
⸗ Schröter, Brillenfabricant,	⸗	1
⸗ Seeger, Kaufmann,	⸗ ⸗	1
⸗ Seeling, Bäcker,	⸗ ⸗	1
⸗ Seeling, Schuhmachermeiſter,	⸗	1
⸗ Siebenkäs, Beutler,	⸗ ⸗	1
⸗ Solbrig, Kaufmann,	⸗ ⸗	1
⸗ Solger, Amtsſubſtitut in Herspruck,	⸗	1
⸗ Sommerhauſen, Jude,	⸗ ⸗	3
⸗ Spanner, Gaſtwirth,	⸗ ⸗	1
⸗ Speyer, Joſeph, Jude in Ofenbach,	⸗	1
⸗ Triebel, Kaufmann,	⸗ ⸗	1
⸗ Volkert, Glasfabrikant,	⸗ ⸗	1
⸗ Weiſel,	⸗ ⸗ ⸗	1
⸗ Wetzer, Drechsler,	⸗ ⸗	1
⸗ Wild, Kaufmann,	⸗ ⸗	1
⸗ Wild, Kaufmann,	⸗ ⸗	1
⸗ Winter, Schreinermeiſter,	⸗	1
⸗ Winter, Ehrh. Schreinermeiſter,	⸗	1
⸗ Wöllmer, Uhrmacher,	⸗ ⸗	1
⸗ Ziegler, Uhrmacher,	⸗ ⸗	1
⸗ Zimmermann, Kön. Pr. Juſtiz Commiſſair und Gräfl. Pückler. Prozeßrath,	⸗	1
⸗ Zimmermann, Kaufmann,	⸗	1
⸗ Zwinger, Siegellack Fabrikant,	⸗	1

Vorbe⸗

Vorbericht.

Zwar haben die Wiſſenſchaften überhaupt für einen jeden Menſchen ihren Nutzen, und ſie tragen insgeſammt ſehr koſtbare Früchte, womit ſie den belohnen, der ſeinen Verſtand und Herz damit anbauet. Aber einige unter ihnen ſchaffen ganz beſondere Vortheile, ſind reichhaltiger an Früchten des Nutzens und Vergnügens, und weit angenehmer zu lernen, als viele andere.

Unter dieſe gehöret denn nun auch und vornehmlich die Naturlehre; das iſt diejenige Wiſſenſchaft, die uns die Eigenſchaften, Kräfte und Wirkungen der natürlichen Dinge kennen, richtiger ſchätzen und beurtheilen, und zu unſerm beſſern Vortheil anwenden lehret.

Sie iſt gleichſam der Weg und der Eingang in die groſſe Werkſtadt der wunder- und geheimnisvollen Natur, ſie macht uns mit der Allmacht des Schöpfers, mit ſeiner Weisheit und Güte bekannter, ſie bereichert unſern Verſtand mit einer Menge ungemein nuzbaren Erfahrungen und Kenntniſſen, verſchaft uns unglaubliche Vortheile in tauſend Angelegenheiten und Vorfällen des Lebens, und berichtiget unſere Begriffe und Meinungen; ſie iſt ein unfehlbares Mittel wider den

Aberglauben, und verwahrt uns vor dem Betrug, wor- ein Nichtkenner dieſer Wiſſenſchaft ſo leicht geſtürzet werden, und Schaden leiden: und endlich noch entflammt ſie das Herz ihrer Verehrer zum innigſten Dank und zur tiefſten Bewunderung und Anbetung des Herrn der Natur, der ſich in allen ſeinen Werken, in den Großen wie in den Kleinen, in den wichtigen, wie in den unbedeutenſt ſcheinenden, gleich mächtig und weiſe, gleich gütig und liebreich gezeiget hat.

Aber wer in die Werkſtätte der Natur eintreten, und ihren bewundernswürdigen Arbeiten zuſehen will, wem ſie ihre Schätze zeigen, und ihre Geheimniſſe aufſchlieſſen ſoll, der muß ſich ihr mit Ehrerbietung nahen, und mit Aufmerkſamkeit und Nachdenken verſehen ſeyn.

Zwar iſt die Natur nicht ſo neidiſch, wie es oft ein Künſtler iſt, der ſich in ſeine Werkſtatt verriegelt, und keinen Menſchen bei ſeinen Arbeiten zuſehen läßt.

Nein, ſie zeigt Jedem ihre Werke, entdeckt ſich Jedem, und läßt ſich gerne zuſehen. Aber doch giebt ſie ihre Geheimniſſe nicht einem Jeden Preis, ſie wirft ſich nicht weg, und macht ſich nicht allgemein. Sie verlangt vielmehr, daß man ſeinen Verſtand und Herz ihr ganz einig und allein widme, daß man ſie mit Aufmerkſamkeit betrachte, Vergnügen an ihrem Unterricht finde, und nicht ſo gleich müde werde, ſie aufzuſuchen, wenn ſie ſich zuweilen in ihr ehrwürdiges Dunkel verſteckt, und die Werkſtätte ihrer Allmacht verſchließt. — Wer ſich ihr ganz widmet, und mit unermüdeter Gedult und Nachforſchen bei ihr ausharrt, den nimmt ſie ſodann als ihren Liebling auf — woran überhaupt jeder richtige vorurtheilsfreie Verſtand, und jedes unbefangene und rechtſchaffene Herz Anſpruch hat — und dieſen läßt ſie weit tiefere Blicke in die Wunder ihrer Werke thun, als die gewöhnlichen Menſchenkinder, dem offen-

offenbart ſie ſich weit mehr als andern, zeigt ſich ihm deutlicher, und iſt — ſo zu reden — weit aufrichtiger gegen ihn, als gegen alle übrigen. Und wenn ſie auch ſo gar von ihren Lieblingen noch Geheimniſſe — tiefe undurchdringliche Geheimniſſe hat: ſo liegt der Fehler nur in der Schwäche des menſchlichen Verſtandes, in der Unvollkommenheit ſeiner Sinne, und in dem Mangel oder der Untauglichkeit ſeiner Werkzeuge, die ihm nicht geſtatten, die Natur ganz, und in allen ihren geheimen Verrichtungen auszuſpähen.

Ueberzeugt von den Vortheilen und Annehmlichkeiten, welche das Studium der Naturlehre gewähret, machte ich mir es zum Augenmerk, mich in den gewöhnlichen winterhalbjährigen Vorleſungen mit meinen Zuhörern damit zu beſchäftigen. So ſehr ich bemühet war, dieſen Gegenſtand, den man ohne eine ſyſtematiſche Ordnung nicht wohl abhandeln kann, ſo vorzutragen, daß das Trokene und Schwere deſſelben leicht und angenehm würde, ſo ſehr überzeugte mich der nachherige Erfolg, daß es eine ganz eigene Sache, und nicht geringe Schwierigkeit ſey, Zuhörern, die nicht ſchon von Jugend auf an mathematiſch richtiges Denken gewohnt, wenigſtens mit der Arithmetik genau bekannt, und überhaupt mit gar keinen Hülfskenntniſſen verſehen ſind, (und aus dergleichen beſtanden größtentheils meine, ſonſt in jedem andern Betracht ſehr würdige Zuhörer) mathematiſche Gegenſtände leicht, angenehm und faßlich vorzutragen. Ich bemerkte gar bald, daß ich — ohngeachtet aller Nebendemonſtrationen, und Zeichnungen, wie das Sprichwort ſagt: in caſſum laborarem, und ſahe mich alſo genöthiget — da mir ein vollſtändiger Apparat fehlt — alle die ſchönen Sächelchen zu überſchlagen, von denen ich mir eine ſo angenehme Vorſtellung gemacht hatte. — In meinen Vorleſungen entſtanden demnach gewaltige Lücken, die ich nun mit Nebenſachen auszufüllen gezwungen wurde.

Das

Das gröſſere Publikum ſoll indeß dabei nicht zu kurz kommen: meine Vorleſungen — gehalten oder nicht gehalten, werden gedruckt, und hier erſcheint der erſte Theil der abgehandelten Naturlehre. Der Zweite wird übers Jahr nachfolgen.

Man ſehe aber dieſen Vortrag ja nicht als ein vollſtändiges Werk über die Naturlehre an; dieſes ſollte und konnte ſie der Abſicht gemäs, nicht ſeyn und werden. Es ſind nur vorläufige Kenntniſſe, flüchtig berührt, und ſo faßlich, leicht und angenehm vorgetragen, als es in meinen Kräften ſtand, und mit dem Gegenſtande ſelbſt vereinbar war. — Vorzüglich bitte ich nicht zu vergeſſen, daß dieſe Abhandlungen abſichtlich für ein Auditorium niedergeſchrieben wurden, das größtentheils aus Künſtlern, Profeſſioniſten und Handwerkern beſtand, die zwar Luſt und Neigung zu dergleichen Wiſſenſchaften hatten, denen aber die benöthigten Vorkenntniſſe mangelten, und daß — wenn ich es recht eigentlich ſagen ſoll — dieſe Abhandlungen überhaupt mehr ein nüzlicher Zeitvertreib in einigen ſonntäglichen Stunden, als ein eigentliches Studium waren.

Uebrigens wünſchte doch auch den Beifall des größern Publikums nicht ganz verfehlt zu haben.

Der Verfaſſer.

Erſte

Erſte Vorleſung.

Allgemeine Betrachtung über die Körper.

Die Naturlehre — meine Wertheſten — das iſt diejenige Wiſſenſchaft, die uns die Eigenſchaften, Kräfte und Wirkungen der natürlichen Dinge kennen lehrt, — iſt es, welcher — wie ich Ihnen ſchon in der Ankündigung dieſer Vorleſungen bekannt gemacht habe, — wir uns in unſern dermaligen ſonntäglichen Verſammlungen widmen wollen.

Wir werden dieſe Stunden in der That nicht edler und nuzbarer, nicht vergnügter und unterhaltender hinbringen können, als mit eben dieſen Betrachtungen: und die Kenntniſſe, die wir auf dieſem Wege einſammeln, die Erfahrungen, die wir da machen, werden uns leicht gegen den Verluſt aller andern Ergözlichkeiten ſchadlos halten, die wir etwa ſonſt in dieſen Stunden uns zu machen pflegten, und nunmehro der Betrachtung der Natur aufopfern. Und welches wird denn nun der eigentliche Lohn unſerer Bemühungen ſeyn? — O, ein ſehr reichhaltiger, ein ſehr angenehmer, ein ungemein vortheilhafter Lohn wird es ſeyn.

Indem wir die Eigenſchaften, Kräfte und Wirkungen der natürlichen Dinge betrachten, werden wir zugleich unſere Begriffe von der Allmacht, Weisheit und Güte des Schöpfers ungemein ſehr erweitern: wir werden den Unbegreiflichen immer näher kennen, immer mehr bewundern,

wundern, und immer inniger lieben und ſchätzen lernen. Denn gewiß, auſſer der Offenbarung giebt es wohl keine Wiſſenſchaft, die ſo viele und wichtige Beweiſe von der Allmacht, Weisheit, Güte, Liebe und unaufhörlichen Fürſorge Gottes, gegen alle Geſchöpfe, enthielte, als die Naturlehre. Hier werden wir erſt recht einſehen, wie allmächtig und allweiſe der Gott ſey, der dieſes alles ſo geſchaffen hat. Wir werden bei Betrachtung ſeiner Werke unzählige mahl in das tiefſte Erſtaunen verſezt werden, und dagegen das armſelige Machwerk menſchlicher Kräfte und Einſichten einſehen lernen, wenn wir es mit den Werken des Schöpfers vergleichen. Doch werden wir aber auch eben ſo oft Gelegenheit haben, die Gröſſe des menſchlichen Geiſtes zu bewundern, der ſo tief in die Geheimniſſe der Natur eingedrungen iſt.

Indem wir die Naturlehre ſtudiren, werden wir uns auch noch andere unſägliche Vortheile für unſer häusliches und bürgerliches Leben bereiten. Vergebens wird ſich der Aberglaube bemühen, uns irgend eine thörichte Furcht einzujagen, vergebens wird ein ſchreckliches Naturereigniß uns in Angſt verſetzen wollen, denn wir kennen die Natur, ihre Kräfte, ihre Wirkungen, ihre Urſachen und Folgen. Hingegen werden wir dieſe Kräfte und Wirkungen der Natur mit weit größerm Vortheil, theils zu unſerm Nutzen und Vergnügen, theils zur Abwendung mancher Gefahr, anwenden und gebrauchen lernen. Und endlich werden wir noch manche angenehme und unerwartete Erfahrungen machen, die, wenn ſie auch keinen unmittelbaren Einfluß auf unſere Glückſeligkeit haben, doch mittelbar auf eine nähere oder entferntere Weiſe zur Erhöhung und Vermehrung derſelben beitragen werden? —

Aber glauben Sie ja nicht, meine Wertheſten, daß wir dieſe Wiſſenſchaft als Gelehrte betrachten wollen, die ihr ganzes Leben dieſer Beſchäftigung widmen, ſtets auf neue Entdeckungen ausgehen, immer wieder andere Verſuche anſtellen, und als die glücklichſten Zergliederer und

fleiſ-

fleißigſten Beobachter ſich mit Mikroſcopen und Fernröhren bewafnen. Nein, nicht ſelbſt Phyſiker wollen wir werden, nicht ſelbſt Verſuche und Beobachtungen anſtellen, und dieſe in ein eigenes Syſtem zu ordnen ſuchen; ſondern nur die bereits gemachte benutzen, und aus den glücklichen Theorien anderer lernen, und ihre Erfahrungen zu den unſerigen machen. — Wir werden uns alſo auch nicht als Phyſikverſtändige, ſondern nur als Liebhaber dieſer Wiſſenſchaft anſehen und ausgeben können, und vermöge ihres weiten, unüberſehbaren Gebietes uns auf die mannigfaltigſte, unterhaltendſte und angenehmſte Art unterrichten und vergnügen.

Schon die älteſten Weltweiſen beſchäftigten ſich mit der Betrachtung der natürlichen Dinge, und bemühten ſich, ihre Eigenſchaften auszuforſchen. Wenn ſie aber gleich auf dieſem Wege nach Wahrheit ſich zuweilen ſo ſehr verirrten, daß ſie ſich aus dem Labyrinth des Irrthums und der ſonderbarſten Meinungen nicht wieder heraus zu finden wußten; wann ſie auch, ſtatt die Wahrheit ins Licht zu ſtellen, dieſelbe noch mehr verdunkelten: ſo kann ihnen doch auch der Ruhm nicht abgeſprochen werden, daß ſie manche Wahrheit entdeckt, die noch lange im Verborgenen würde geblieben ſeyn, und daß ſie den Grund zu manchen Erkenntniſſen gelegt haben, auf welchen die neuern Philoſophen nur fortbauen durften, um ein herrliches Gebäude der Kenntniſſe und Wiſſenſchaften aufzuführen.

Sie erinnern ſich noch, meine Wertheſten, welche Aufſchlüſſe jene Philoſophen uns in der Kosmologie und in der mathematiſchen Geographie gegeben, und wie weit ſie es in dieſer ſo ſchweren Wiſſenſchaft, ohngeachtet des gänzlichen Mangels aller heut zu Tage erfundenen Inſtrumente, gebracht haben. Nicht weniger haben ſie auch in der Phyſik oder Naturlehre, gethan.

Aber

Aber es würde uns zu weit von dem vorgeſteckten Ziele abführen, und überhaupt ganz wider unſere Abſicht ſeyn, wenn wir uns bei einer philſophiſchen Unterſuchung der Meinungen jener alten Weltweiſen über die Natur und Eigenſchaften der natürlichen Dinge aufhalten wollten; und eben ſo wenig wollen und können wir uns, wegen Mangel vorhergehender mathematiſchen Kenntniſſe, in ein gründliches, ſchulmäſiges Studium der Naturlehre ſelbſt einlaſſen.

Meine Abſicht geht alſo blos dahin, Ihnen, meine Wertheſten, nur einige allgemeine Kenntniſſe von derſelben zu verſchaffen, und Sie vornehmlich mit der Natur, Eigenſchaften, Kräften und Wirkungen derjenigen Dinge näher bekannt zu machen, von denen wir überal umgeben ſind, die einen weſentlichen Einfluß in unſere bürgerlichen Verhältniſſe haben, und die wir täglich, und in tauſend Fällen bald zur Beförderung unſers Nutzens oder unſers Vergnügens, bald zur Abwendung mancherlei Gefahren gebrauchen. Wie angenehm alſo dieſe Wiſſenſchaft ſeyn, und welche ungemein groſſe Vortheile die Kenntniß derſelben uns verſchaffen werde: das habe ich wohl nicht nöthig erſt lange zu beweiſen: auch werden wir nicht gar weit in derſelben fortgehen dürfen, um uns ſchon durch die gemachten Erfahrungen davon zu überzeugen.

Aber nicht nur Belehrung und Vergnügen wird uns die Naturlehre verſchaffen; auch zur beſſern Erkenntniß der Allmacht, Weisheit und Güte des Schöpfers wird dieſe Wiſſenſchaft beitragen: und das wäre denn ſchon allein ein hinreichender Grund, dieſelbe zu erlernen; wenn ſie auch ſonſt keinen weitern Nutzen hätte, oder, wenn man auch ſonſt nicht willens wäre, ſich der Philoſophie oder der Gelehrſamkeit überhaupt zu widmen.

Die

Die Phyſik oder Naturlehre iſt diejenige Wiſſenſchaft, welche ſich mit der Betrachtung der natürlichen Körper beſchäftiget, und ihre Eigenſchaften und Wirkungen, nebſt deren Urſachen aus demjenigen, was wir durch Hülfe der Sinne von ihnen wahrnehmen, durch richtige Schlüſſe entdecken lehrt.

Man ſiehet leicht ein, daß dieſe Wiſſenſchaft — weil die Anzahl der natürlichen Körper erſtaunlich groß iſt, — von einem ungemein groſſen Umfange ſeyn müſſe: und es iſt daher, ohne Verwirrung zu veranlaſſen, nicht wohl möglich, alle dahin gehörige Kenntniſſe in der Naturlehre vorzutragen; ſondern man pflegt ſie in verſchiedene Wiſſenſchaften abzutheilen.

Will man alſo die verſchiedenen Klaſſen der übrigen Körper, zu deren Kenntniß der Menſch gelangen kann, nebſt ihren Eigenſchaften kennen lernen; ſo muß man in der Naturgeſchichte, welche eine Beſchreibung der drei ſo genannten Naturreiche, nämlich des Thierreichs, des Pflanzenreichs und des Mineralreichs enthält, Unterricht ſuchen. Will man die verſchiedenen Arten wiſſen, wie die Körper in ihre Beſtandtheile aufgelöſet, und aus dieſen Theilen wiederum neue Arten von brauchbaren Körpern zuſammengeſezt werden können, ſo muß man die Chymie um Rath fragen. Verlangt man endlich eine genaue Erkenntniß von dem Bau und der Natur der thieriſchen Körper; ſo muß man zu der Anatomie und zu den mediciniſchen Wiſſenſchaften ſeine Zuflucht nehmen, welche größtentheils nichts anders ſind, als Theile der Naturlehre, die man beſonders, und ausführlich behandelt hat.

Es bleiben alſo für die eigentliche Naturlehre nur die allgemeinſten Eigenſchaften der Körper, und die beſondern der ſogenannten elementariſchen Körper, nämlich der reinen Erde, des Waſſers, der Luft, des Feuers, des Lichtes, der elektriſchen und magnetiſchen Materie, nebſt

der Einrichtung des ganzen Weltgebäudes, und der Bewegung der himmliſchen Körper zu betrachten übrig. Von dieſen leztern Gegenſtänden habe ich zum Theil in meinen vorigen Vorleſungen ſchon gehandelt; das übrige davon werde ich in der Aſtronomie vortragen.

Die Naturforſcher haben alle vollſtändige Dinge in Geiſter und Materie eingetheilt. Geiſter nennen ſie nämlich diejenigen Subſtanzen oder ſelbſtbeſtändigen Weſen, welche die Fähigkeit zu denken haben; Materie, welchen dieſe Fähigkeit mangelt. Man muß aber in der Naturlehre keine Abhandlung von den Geiſtern und Seelen ſuchen, denn dieſes gehöret in denjenigen Theil der Philoſophie, welcher die Pnevmatologie und Pſychologie genannt wird.

Was nun die Materie betrift: ſo iſt dieſelbe entweder theilbar, oder nicht. Unter den materiellen Subſtanzen, die vollkommen einfach, d. i. die nicht aus trennbaren Theilen zuſammengeſezt ſind, verſtehen wir die Elemente, welche auch Atomen genannt werden: Materielle Subſtanzen hingegen, die aus wirklich trennbaren Theilen beſtehen, heißen Körper.

Sind die Theile, woraus ein Körper beſtehet, gleichartig, wie z. B. die Theile des reinen Waſſers; ſo heißt ein ſolcher ein einfacher Körper; man nennt ihn auch einen elementariſchen Körper; welches man alſo mit den Elementen in der vorigen Bedeutung, nämlich mit den Atomen, nicht verwirren muß.

Sind aber die Theile eines Körpers ungleichartig, wie z. B. die Theile einer Pflanze, oder eines Thieres; ſo heißt er ein vermiſchter Körper.

Die Eigenſchaften, welche man an den Körpern bemerkt, werden entweder bei allen, ohne Ausnahme, oder nur bei einigen Körpern angetroffen. Man pflegt daher die Eigenſchaften der Körper in allgemeine, die nämlich

jedem

jedem Körper zukommen, und in beſondere, die nur gewiſſen Körpern eigen ſind, einzutheilen.

Die vornehmſten allgemeinen Eigenſchaften der Körper ſind: Die Theilbarkeit, die Poroſität, die Ausdehnung, die Undurchdringlichkeit, die Trägheit, die Bewegbarkeit und die Attraction. Und das ſind nun die hauptſächlichſten Gegenſtände, mit welchen wir uns künftig beſchäftigen werden.

Von der Theilbarkeit. Dieſe erſte Eigenſchaft der Körper, ſo unbedeutend ſie vielleicht dem erſten Anſcheine nach Manchem vorkommen möchte; ſo wichtig und reichhaltig iſt ſie, und ſie wird mir Stof zu einer ſehr langen Unterhaltung geben. —

Ich muß zum voraus erinnern, daß unter dem Worte Körper nicht etwa blos die menſchlichen und thieriſchen Körper verſtanden werden, ſondern daß dieſer Name auch allen andern ſichtbaren und empfindbaren Dingen zukommt; ſie mögen übrigens von einer Geſtalt und Beſchaffenheit ſeyn, von welcher ſie wollen. — So iſt die Luft, das Waſſer, ein Stein, und überhaupt jedes Ding, ein Körper. — Weil nun alle Körper aus Theilen beſtehen, ſo können auch alle Körper wieder in ihre Beſtandtheile zerlegt werden. Dieſer Satz ſcheint ganz natürlich und richtig zu ſeyn, und er iſt es auch gewiſſermaſſen. Man geräth aber leicht in ein Labyrinth von Irrthümern, wenn man über die Theilbarkeit der Körper ſpricht, die ſich ohne philoſophiſche Kenntniſſe nicht heben laſſen. Ich will meine Herren Zuhörer nicht in dieſes Labyrinth führen, wem mehr davon zu wiſſen angelegen iſt, den verweiſe ich unter andern nur auf das, was der Profeſſor Euler in ſeinen Briefen an eine teutſche Prinzeſſin davon ſagt. (Man ſehe den 2ten Theil 123 Brief und die folgenden). Doch will ich dieſe Sache auch nicht ganz mit Stillſchweigen übergehen.

Man ſagt: Wenn die Materie aus ihren Elementen zuſammen geſezt worden iſt, ſo kann ſie an und vor ſich betrachtet, wieder in dieſelbigen zerlegt werden. Der

Metaphyſiker, wenn er von dieſer endlichen Zertheilung ſpricht, nimmt gewiſſe Dinge an, die er Monaden nennt, welche keine Theile mehr haben. Wenn nun ein Körper immer fort in ſolche Theile iſt zertheilet worden, daß der lezte Theil eine Monade iſt: ſo hört die Theilung auf, und es iſt, nach dieſem Grundſatze nicht mehr möglich, ihn noch weiter zu zertheilen. Aber die ganze Lehre von Monaden, ſo viel Aufſehens ſie einmal machte, iſt als ein allerliebſtes Hirngeſpinſt längſt ſchon verabſchiedet worden. —

Nun treten aber die Mathematiker auf, und demonſtriren die Theilbarkeit der Körper ins Unendliche, durch recht artige Gründe. Wir wollen ſie auch noch hören.

Es iſt ein richtiger Satz in der Geometrie, daß eine Linie, ſo klein ſie auch immer ſeyn mag, dennoch getheilt werden könne. Nun werden aber alle Körper von Linien in die Länge, Breite und Dicke begrenzt; folglich müſſen alle Körper, wenn ſie auch von noch ſo kleinen Linien eingeſchloſſen oder begrenzt werden, getheilt werden können.

So bald wir aber annehmen, daß eine Linie z. B. in tauſend Theile zerſchnitten werden kann; ſo müſſen wir auch zugeben, daß dieſelbe in zwei tauſend Theile zerſchnitten werden könne; indem man einen jeden Theil wieder in zwei gleiche Theile zerſchneidet: und aus eben dieſem Grunde muß ſie in vier tauſend, und wiederum in acht tauſend Theile zerſchnitten werden können, und ſo fort, ohne daß man jemals auf Theile käme, die ſich nicht weiter zerſchneiden lieſſen. So klein man ſich eine Linie vorſtellen mag; ſo iſt ſie immer in zwei Hälften theilbar; jede Hälfte wieder in zwei, und jede dieſer Hälften von neuem in zwei, und ſo fort bis ins Unendliche.

Wollte man annehmen, daß man bei dieſer Theilung endlich doch einmal ſo weit kommen müßte, daß dieſes zulezt erhaltene Theilchen ſich nicht weiter theilen lieſſe: ſo müßte man auch annehmen, daß es keine Ausdehnung, oder keine Gröſſe mehr haben könne. Gleichwohl aber müſſen doch alle dieſe kleinen Theilchen zuſammengenommen,

men, das Ganze ausmachen, durch deſſen Theilung man auf ſie gerathen iſt; und alſo würde folgen, da man ein jedes dieſer Theilchen für eine Zero, d. i. für nichts hält, daß mehrere Zero oder Nichts zuſammen genommen eine Gröſſe ausmachen; welches aber eine offenbare Ungereimtheit wäre; denn noch ſo vielmal Nichts kann nie ein Ganzes geben.

Wir wollen uns von der Ungereimtheit dieſes Satzes deutlicher überzeugen, indem wir uns eine Linie von der Länge eines Zolles vorſtellen, welche in tauſend Theile zerſchnitten worden ſey. Wir wollen annehmeu, daß dieſe Theile nunmehro ſo klein ſeyn, daß ſie keine Theilung mehr zulieſſen. Jeder dieſer Theile würde alſo nunmehro keine Gröſſe mehr haben; denn wenn er noch eine hätte, ſo würde er noch getheilt werden können. Man muß alſo annehmen, daß jeder dieſer Theile ein wahres Nichts ſey; denn was keine Gröſſe, keine Ausdehnung in die Länge und Breite hat, das iſt Nichts. Da nun der ganze Zoll vorhin in tauſend Theile getheilet wurde; ein jedes Tauſendtheilchen aber ein Nichts ſeyn ſoll: ſo iſt alſo der Zoll in Nichts zertheilet worden. Ferner, da der ganze Zoll aus Tauſendtheilchen beſtehet: ſo beſtehet er alſo aus Nichts. —

Sie ſehen hieraus, zu welcher Ungereimtheit uns der Schluß verleiten würde, wenn wir annehmen wollten, daß ein Tauſendtheilchen eines Zolles keine Gröſſe mehr ſey, und folglich nicht mehr getheilet werden könn .

Man ſagt alſo in der Geometrie mit Recht, daß jede Gröſſe ins Unendliche theilbar ſey, und daß man nie mit einer ſolchen Theilung ſo weit kommen könne, daß eine noch weitere Theilung an ſich ſelbſt unmöglich würde.

Sie müſſen aber hier das, was an ſich ſelbſt möglich iſt, wohl von dem unterſcheiden, was wir im Stande ſind, auszuführen: und da finden wir freilich die Grenzen ſehr bald. Denn wenn wir z. B. einen Zoll in tauſend Theile zerſchnitten hätten; ſo werden dieſe Theilchen

ſo klein ſeyn, daß ſie unſern Augen entwiſchen, und eine noch weitere Theilung würde uns ſicher unmöglich ſeyn.

Bringen wir aber einen ſolchen Tauſendtheil unter ein Vergröſſerungsglas, das z. B. tauſendmal vergröſſert, ſo wird uns nun jeder Theil wieder ſo groß erſcheinen, als der ganze Zoll unſerm bloſen Auge erſchien. Daraus läßt ſich alſo die Möglichkeit einſehen, jeden dieſer Theile wieder in tauſend Theile zu zerſchneiden; und der nämliche Schluß läßt ſich immerfort wiederholen, weil die Gründe immer dieſelbigen bleiben.

Es iſt alſo eine unläugbare Wahrheit, daß jede Gröſſe ins Unendliche theilbar ſey: und dieſes gilt von allen Arten der Gröſſen.

Dieſes alles aber, was ich Ihnen, meine Wertheſten! bisher von der Theilbarkeit der Körper geſagt habe, hat für uns keinen groſſen Nutzen. Nichts deſto weniger ziehen wir aus dieſer Eigenſchaft der Körper einen ungemein wichtigen Vortheil: und dieſen will ich Ihnen nunmehro zeigen. Wir reden aber nicht mehr von der Theilbarkeit der Körper, ſondern von der wirklichen Zertheilung der Materie der natürlichen Körper.

Es iſt alſo izt nicht mehr die Frage, ob, und wie die Materie getheilt werden, noch, wie weit dieſe Theilung gehen könne. Wir theilen ſie wirklich, und die Körper würden uns gar keinen, oder einen ſehr geringen Nutzen ſchaffen, wenn ſie nicht, durch unſere, oder durch die Kraft der Natur theilbar wären.

Die ſchönen Körner des Getraides, was würden ſie uns nützen, wenn ſie nicht theilbar wären, wenn ſie der Müller nicht zwiſchen ſeinen Mühlſteinen zermalmen, in Millionen Theilchen zerſtäuben, und zu Mehl machen könnte, woraus wir Brod backen? Was würden alle die koſtbaren Naturprodukte, die wir zu unſerer Nahrung brauchen, nützen, wenn ſie ſich nicht auf die mannigfaltigſte Art trennen, und in ſo unmerklich kleine Theilchen auflöſen lieſſen, welche unſer Magen verdauen, und der Organismus unſerer Eingeweide dem Blute als neuer

Nah-

Nahrungsſaft zuführen muß? — Was würde der Wald mit ſeinen Millionen Bäumen nützen, wenn wir ſie nicht fällen, zertheilen, und hierdurch zu einem tauſendfältigen Gebrauche, in Sachen, welche die Nothdurft, die Bequemlichkeit und das Vergnügen angehen, verändern und zubereiten könnten? — Dadurch, daß die Theile der Körper trennbar ſind, nehmen wir mit denſelbigen alle Veränderungen vor, welche ihnen möglich ſind. Wir machen ſie unter unſern Händen gröſſer oder kleiner, oder verändern die Lage der Theile, und geben ihnen eine andere äuſſere Geſtalt. Dieſes geſchiehet theils durch Hinzuſetzen, theils durch Wegnehmen einiger Theile, und das dritte, indem wir dieſe Theile an einen andern Ort verſetzen; aber keine dieſer Veränderungen könnte geſchehen, wenn die Theile ſelbſt nicht trennbar wären. Der Hafner formt aus dem nämlichen Leim einen Topf oder eine Schüſſel, und beide von tauſendfachen Geſtalten, indem er die Theile des Leims auf eine künſtliche Art verſezt. Der Metallarbeiter gießt aus dem nämlichen Metall eine Kanone; er ſchmelzt ſie wieder ein, und macht eine Glocke daraus. — Könnten wir uns an dem Anblik eines ſchönen Gemähldes ergötzen, wenn die Farben ſich nicht in ſo undenklich kleine Theile auflöſen lieſſen, daß ſie der Mahler mit ſeinem Pinſel hinführt, wo er ſie haben will? — Doch, wenn würde ich fertig werden, wenn ich alle die Vortheile berechnen und anführen wollte, die uns der weiſe und gütige Schöpfer dadurch bereitete, daß er die Eigenſchaft der Theilbarkeit in die Körper legte! — Aber wie viele haben wohl je noch dankbar darüber nachgedacht? —

Wir wollen uns in die Werkſtätte des Handwerkers verfügen, er ſoll uns ſagen, wie künſtlich er in der Zertheilung der Körper iſt, ohne es vielleicht ſelbſt zu wiſſen.

Der Goldſchlager nimmt einen Ducaten, und ſchlägt aus demſelben 400 Goldblättchen, deren jedes 9 Quadratzoll in ſich hält. Er treibt demnach dieſes Stückchen Gold, das nur ein Quintlein wiegt, zu 3,600 Flä-

 chen,

chen, deren jede noch einen Zoll lang, und eben ſo breit iſt. Die Länge eines Zolles kann ganz bequem in 200 Theile, deren jeder dem bloſen Auge ſichtbar iſt, eingetheilet werden, und hierdurch erſcheinen in jedem Quadratzolle 40,000 kleine, noch recht gut ſichtbare Stückchen. Da nun aus einem Dukaten 400 Stücke, jedes zu 9 Quadratzollen, und alſo 3,600 Stückchen von einem Zoll ins Gevierte gemacht werden: ſo giebt das 3,600 mal 40,000 kleine noch ſichtbare Flächen, welche an der Zahl 144,000,000 (d. i. hundert und vier und vierzig Millionen) austragen. Dieſe ſind nun auf beiden Seiten ſichtbar, und alſo erblickt das Auge zweimal ſo viel, das iſt 288 Millionen Theilchen. Weil aber dieſes immer noch Quadratflächen ſind, welche von 4 Seiten eingeſchloſſen werden; ſo läßt ſich demnach dieſe Zahl noch mit 4 vermehren, welches alſo die ungeheure Summe von 152 Millionen ſichtbarer Theilchen giebt. — So unbegreiflich dieſe Eintheilung ſcheint, und ſo ſehr ſie uns in Verwunderung ſezt; ſo iſt ſie doch nichts weniger als erdichtet, ſondern wirklich, und wir können uns alle Tage an dem Ambos des Goldſchlagers davon überzeugen.

Hat uns aber die Zertheilung eines Stückchen Goldes, welche der Goldſchlager bewirkt, in Verwunderung geſezt: ſo wird die, welche der Gold- und Silberdrathzieher bewirket, unſer Erſtaunen erregen. Er nimmt eine Stange Silber, welche 25 Pfund wiegt, und belegt ſie mit einer Unze oder 8 Dukaten Goldblättchen. Dann zieht er dieſe Stange durch immer kleinere Löcher, welche in Platten von Stahl gebohret ſind, bis endlich aus derſelben ein vergoldeter Silberfaden wird, welcher ſo zart als ein Haar iſt, und nicht weniger als 97 Meilen nach der Länge beträgt, deren jede 20,000 Schuhe hält. Unter dieſer Verlängerung des Silberfadens, verlängert ſich der auf ihm liegende Goldüberzug, der doch 400 mal leichter iſt, als das Silber, auf eben ſo viel teutſche Meilen. Das iſt noch nicht genug. Dieſer ſo fein gezogene Drath wird zwiſchen zwo ſtählernen polirten Walzen breit gemacht,

gemacht, und hierdurch noch um den 7ten Theil verlängert. Er iſt alſo nun 111 Meilen lang. Betrachtet man dieſen Silberfaden auf beiden Seiten, ſo ergiebt ſich eine Länge von 222 Meilen. Dadurch daß der Silberfaden geplättet und breit gemacht worden iſt, kann man ihn wieder in zwei Theile theilen; folglich wäre nunmehr die Länge 444 Meilen. Nun liegt dieſes Gold auf den beeden platten Seiten des Silberfadens, welches die Länge wieder ſo vergröſſert, daß man 888 Meilen annehmen kann. Bringen wir endlich dieſe Ausdehnung auf diejenigen noch mit bloſſen Augen ſichtbaren Theile, die wir bei dem Goldblättchen angenommen haben, ſo wird eine teutſche Meile 40 Millionen zu unterſcheidender Theile, und demnach der vergoldete Silberfaden 35,520 Millionen Theilchen nur der Länge nach in ſich enthalten. Vergleichen wir dieſe Theilung des Drathziehers mit der des Goldſchlagers: ſo ergiebt ſich, daß dieſe jene um viermal übertreffe. —

Unſer Verſtand ſtaunt hier, wenn er ſich die unbegreifliche Zertheilung des Goldes denken und vorſtellen ſoll, und gleichwohl, was iſt dieſe durch Menſchenhände bewirkte Zertheilung gegen diejenige, welche die Natur ſelbſt veranſtaltet? — Ich hoffe, Sie, meine Wertheſten! nicht unangenehm zu unterhalten, wenn ich Ihnen noch einige dergleichen Beiſpiele von der Zertheilung der Körper mittheile. Zwar kann ich mich, wegen der Kürze der Zeit, und weil ich überhaupt keine Experimentalphyſik, aus Mangel der Inſtrumente, vortragen kann, nicht auf augenſcheinliche Verſuche einlaſſen. Indeſſen werden Sie durch meinen Vortrag doch leicht in den Stand geſezt werden, nicht nur dieſe Beiſpiele vollkommen einzuſehen, ſondern auch dergleichen Verſuche ſelbſt anzuſtellen, wenn Sie Zeit und Gelegenheit dazu haben.

Das erſte Beiſpiel von der durch die Natur ſelbſt bewirkten Zertheilung der Körper gebe ich Ihnen an dieſen zwei Rauchkerzchen, welche ich auf dem Ofen habe verbrennen laſſen. Sie empfinden den Geruch derſelben im

ganzen Zimmer, ohnerachtet es nicht klein iſt: und Sie folgern ganz natürlich daraus, daß im ganzen Zimmer Theilchen von den beiden Rauchkerzen ſchweben müſſen. Aber laſſen Sie uns eine Berechnung darüber anſtellen, um durch Zahlen noch deutlicher einzuſehen, in wie viel Theile dieſe beiden Rauchkerzen wohl mögen zertheilet worden ſeyn.

Dieſes Zimmer iſt, nach gerader Rechnung bis auf einige Zolle 360 Zoll lang und 840 breit; beides mit einander multiplicirt, giebt 86,400 Quadratzoll Flächenraum. Die Höhe beträgt 106 Zoll; und dieſe mit dem Flächenraum multiplicirt, giebt endlich 9,022,400 (neun Millionen zwey und zwanzig tauſend und vierhundert) Räume, deren jeder einen Zoll lang, breit und hoch iſt, oder ſo viel Kubikzolle. Ein ſolcher Raum von einem Zoll iſt aber ſo groß, daß viele Millionen Theilchen von dem Rauchkerzchen darinnen ſchweben können. Wir wollen alſo, jedes Fach eines Zolls nur in eine Million kleiner Fächer theilen, und in jedem dieſem Fächer nur ein Theilchen der Rauchkerze annehmen, und das iſt bei weitem nicht zu viel: ſo ergiebt ſich nun durch Hülfe der Multiplication die Summe von mehr als 9 Billionen Theilchen, das iſt 9 Millionen mal Millionen Theilchen. —

Welch ein Unterſchied zwiſchen der Kraft der Natur und der Kunſt, wenn man die Auflöſung der Natur mit der Zertheilung in den Goldfaden des Drathziehers vergleichet: und dabei muß man nicht aus den Augen laſſen, daß die Natur nur wenig Minuten und ein wenig Feuer dazu braucht, indem der Drathzieher viele Tage lang Zeit, und die Beihülfe mehrerer Hände und Maſchinen nöthig hat, ſeine Arbeit zu Stande zu bringen.

Der berühmte engliſche Naturforſcher Bayle lößte einen Gran Kupfer durch Salmiakſpiritus auf, und goß dieſe Solution in eine Menge Waſſer, welche 28,534 Gran wog, wodurch das ganze Waſſer blau gefärbt wurde. Da nun ein Gran Waſſer $\frac{37}{10000}$ Theil eines Cubikzolls ausmacht, ſo hat das gefärbte Waſſer über 105 Cubikzoll

bikzoll Raum eingenommen, und weil jedes ſichtbare Theilchen des Waſſers blau geworden iſt: ſo muß in jedem Waſſertheilchen wenigſtens ein Theilchen des aufgelößten Kupfers vorhanden geweſen ſeyn. Nun enthält ein Cubikzoll, nach der in der Geometrie üblichen Eintheilung 1000 Cubiklinien, und eine Cubiklinie 1000 Cubikſcrupel; folglich enthält ein Cubikzoll 1,000,000, und 105 Cubikzoll enthalten 105,000,000 Cubikſcrupel; welches noch ſehr zuſammengeſezte Theile ſind, die ſich auch mit bloſſem Auge wohl unterſcheiden laſſen; woraus ſich alſo ergiebt, daß ein kleines Stückchen Kupfer, das nur einen Gran wiegt, in 105,000,000 ſichtbare Theile wirklich getheilet werden kann.

Löwenhök, ein ſehr geſchickter Naturforſcher, hat einen Verſuch angeſtellt, der noch mehr Erſtaunen erregt, und deſſen Reſultat unſern Verſtand unendlich überſteigt. Er iſt zu merkwürdig, als daß ich ihn meinen Herren Zuhörern entziehen könnte. — Was that nun Löwenhök? Er warf etwas Pfeffer ins Waſſer, das an der freien Luft ſtand, und fand durch Hülfe ſeines 1000 maligen Vergröſſerungsglaſes, daß auf dem Waſſer eine Menge kleiner Inſecten angelangt waren, deren Durchmeſſer tauſendmal kleiner war, als der Diameter eines Sandkorns. Da nun ein dergleichen Mikroſcop einen Körper, im Durchmeſſer 1000, im Umfang aber 1000 Millionen mal vergröſſert: ſo kann man ſchlieſſen, daß in dem Raume eines Sandkorns eben ſo viele dieſer Thiere leben können, welche ihren organiſchen und mechaniſchen Bau eben ſo wohl haben, als der Elephant und der Wallfiſch. Dieſe Inſecten haben ihre Füſſe, die Werkzeuge der Sinnen, die Adern, Muskeln, Nerven, und alles andere, was zum Organismus und Mechanismus erforderlich iſt, wie alle andere lebendige Geſchöpfe. Wie klein, wie zart, wie fein müſſen nicht dieſe Theilchen ſeyn? — Und da ſich in den Haarröhrchen dieſer Thierchen Nahrungsſäfte bewegen, und das zur Nahrung Brauchbare von dem Abgenüzten und Unbrauchbaren abgeſondert wird, ſo muß

uns

uns eine ſolche Eintheilung und Kleinheit in das gröſste Erſtaunen ſetzen; noch mehr aber, wenn man bedenkt, daſs dieſes wahrſcheinlich noch nicht die kleinſten Thierchen ſeyn mögen, die man geſehen hat.

Ein anderer Gelehrter ſezte dieſe Rechnung fort, um dem menſchlichen Verſtande gleichſam einen Maasſtab in die Hand zu geben, woran er dieſe Kleinheit meſſen könnte. Aber er hat wahrlich ein Maas heraus gebracht, das alle Begriffe und Vorſtellungen vollends überſteigt. — Er fand nämlich, daſs 125,000000,000000,000000,000000; d. i. hundert und fünf und zwanzig Quadrillionen *) ſolcher Theile, die in den Adern eines ſolchen Thierchens ſtatt des Geblütes bewegt werden, in der Höhle eines Sandkorns ſeyn könnten. Dieſe Zahl verglich er mit den Sandkörnchen, aus denen einer der höchſten Berge auf der Erde der Pico auf der Inſel Teneriffa beſtehet, und fand, daſs 10,256 dergleichen Berge erſt ſo viel Sandkörnchen enthalten, als Geblütstheilchen eines dergleichen Thierchens in dem Raume eines einzigen Sandkorns beiſammen ſeyn könnten.

Sagen Sie — meine Wertheſten! was Sie wollen; dergleichen Berechnungen ſind nicht Schwärmereien der Gelehrten, ſondern Wahrheiten, welche ſich auf gute Erfahrungen gründen, die noch überdieſs um einen guten Grad richtiger und genauer ſind, als alle Rechnungen und wahrſcheinliche Vermuthungen von der Entfernung und Gröſſe der bewundernswürdigen Sterne. — Ich berufe mich auf alles das, was ich Ihnen in meinen vorigen Vorleſungen über die Unbegreiflichkeiten mancher Dinge mündlich ſagte: ich berufe mich auf die Beiſpiele vom Goldſchlager und Drathzieher, die Sie wohl eben ſo wenig für wahr halten würden, wenn die Erfahrung nicht dafür

*) Anm. Um ſich einen richtigen Begriff von dieſer Summe zu machen, merke ich für einige meiner Leſer an, daſs zehnmal hundert tauſend, oder tauſendmal tauſend eine Million, zehnmal hunderttauſend Millionen, oder Millionenmal Million eine Billion, Billionenmal Bi' ion eine Trillion, Trillionenmal Trillion eine Quadrillion iſt, u. ſ. w.

dafür bürgte. Ich berufe mich endlich noch auf meine künftigen Vorträge, die Ihnen noch manchen Aufſchluß über dergleichen und mehrere unbegreifliche Dinge geben werden.

Sollten wir aber nicht glauben, daß die zulezt beſchriebene Eintheilung der Materie die Grenze, und das Lezte der Theilbarkeit ſey? — Ja, wenn wir nicht eine Erfahrung vor uns hätten, welche dieſe unbegreifliche Feinheit der Materie nach unendlich übertrift. — Laſſen Sie mich alſo die unbegreifliche Theilbarkeit der Körper mit noch einem Beiſpiele beſchlieſſen, das, ſo unglaublich das Reſultat davon uns vorkommen wird, doch jedem einleuchten muß, und eben ſo wahr iſt. — Es iſt das Licht, dieſe unerklärbare und ungemein feine Materie. Man kann ein ſtarkes Licht, etwa eine Fackel, bei heiterer Luft und auf einem Thurme, wohl zwo Meilen in gerader Linie nach ſehen. Nun wollen wir annehmen, daß ringsherum, in einer ſolchen Entfernung vom Thurme ein Menſch an dem andern ſtehe, oder daß ein Menſch rings um den Thurm herum gehe: ſo wird er das Licht überall ſehen, wo es nicht andere Gegenſtände verhindern. Aber nicht nur in geraden Horizontallinien erſtrecken ſich die Lichtſtralen der Fackel auf dem Thurme, ſondern auch nach allen nur möglichen Richtungen und Punkten, oben und unten. Dies giebt nun, nach den Regeln der geometriſchen Rechenkunſt, einen Raum von 40 kubiſchen Meilen, in dem kein Punkt iſt, der nicht von den Lichtſtralen dieſer Fackel durchdrungen wäre. Nach Anleitung der vorigen Rechnungen, wenn wir nämlich den Raum einer Cubikmeile in kleinere Räume eintheilen, ſo können 2,496 Quadrillionen Theile in dieſem Raume liegen, deren jeder noch ſichtbar wäre, welche aber, mit dem Vergröſſerungsglaſe überſchauet, tauſend Millionenmal mehrere faſſen könnten.

Iſt dieſes richtig — und wer kann es wohl bezweifeln, ohne zugleich ſeine Vernunft zu läugnen — was kann man ſich erſt von der Lichtzerſtreuung gedenken, welche aus der

Sonne,

Sonne, oder einem Fixſterne, bis an unſer Auge gelangt, und einen, uns wirklich unermeßlichen Raum ausfüllet! — —

Doch — wir wollen abbrechen, unſer Verſtand ermüdet, wenn er die Werke der Allmacht ergründen will, und wir müſſen geſtehen, daß Gott im Kleinſten ſo unbegreiflich iſt, wie in den Größten ſeiner Werke. Aber wahrſcheinlich hat auch die Natur, welche wir in der Kraft der Zertheilung der Materie bewundern müſſen, ihre Grenzen, welche ihr von dem Gott der Allmacht, Güte und Weisheit vorgeſchrieben ſind. Wahrſcheinlich hört die Theilbarkeit der Körper, ob ſie ſich ſchon durch menſchliche Vernunftſchlüſſe folgern läßt, irgendwo auf: wahrſcheinlich iſt es, daß die Natur, oder Gott ſelbſt irgendwo ein Ende dieſer bewundernswürdigen Theilbarkeit finden müſſe; daß die Natur bei der Auflöſung und Zerſtreuung der Materien zulezt auf Theilchen derſelben gelange, welche ſich wegen ihrer Feinheit auf keine Weiſe von ihr weiter zertheilen laſſen.

Alles, was wir mit Gewißheit davon wiſſen und ſagen können, iſt: daß kein Menſch in der Welt ein Ende dieſer Theilbarkeit finden kann. —

Wer iſt, welcher nicht aus den Kleinigkeiten, in welche Gott, in der Kraft der Natur, theilet, die Gröſſe, die Stärke ſeiner unendlichen Macht erkennet? So wunderbar ſie in der Kunſt, in der Natur des Unorganiſirten iſt: ſo uneingeſchränkt erſcheint ſie uns in dem Baue der Thierchen, welche nur das Vergröſſerungsglas vor die Augen bringt.

Man kann daraus nichts wenigers folgern, als daß Gott in dieſen Kleinigkeiten, in denen eben der Organismus und Mechanismus, wie in dem Elephanten iſt, eben ſo groß und mächtig ſey, als in der Schöpfung einer Sonne. Dieſe unbegreiflich kleinen Thierchen, von denen tauſend Menſchen gar nichts wiſſen, und die von abermals Tauſenden gar nicht geſehen werden, ſtehen unter eben den Geſetzen der Fortpflanzung, und können ſo wenig

wie

wie ein Menſch, aus einer Fäulniß entſtehen; denn ſie haben alle die Werkzeuge gröſſerer Thiere. Sie liegen vor ihrer Befruchtung in Eyern; und wie vielmal kleiner müſſen nicht dieſe ſeyn, als ihre Väter und Mütter. Sie haben wahrſcheinlich Sinne und Gefühl, und empfinden Freude und Schmerz, wie andere Thiere. —

Je weiter wir zu den Kleinheiten herabſteigen, deſto höher ſchwingt ſich der vernünftige, unſterbliche Geiſt, der in uns lebt, zu dem erhabenen Schöpfer, welcher in dem unendlich Kleinen diejenige Kunſt angebracht hat, welche dem größten Thiere geſchenkt iſt. Wie weit hat der menſchliche Geiſt nachzudenken, bis er das Göttliche nur auf der Erde vollkommen entwickelt! Wird er hierzu, nach dem Tode ſeines Körpers, nicht eben ſo viele Jahrhunderte brauchen, als er hier einzelne Tage verlebte? Und wenn er alles, was dieſe Erde hat, einſiehet, wie weit iſt er alsdann gekommen? — Er hat nun den erſten Schritt zur Unendlichkeit Gottes gethan. — Noch ſteht er an der Grenze der Schöpfung, und kennt von den unzähligen Welten nur erſt eine einzige. — Und, wenn er ſie alle durchdenken will, und zu jeder ſo viele Millionen Jahrhunderte aufopfern muß, wie viel werden ſeiner Jahre werden, bis er nur die endliche Schöpfung einigermaſſen ergründet? —

Dies kann uns einen Schatten der Ewigkeit malen, und uns verſichern, daß, wenn wir auch alles Wirkliche wüßten, doch das Mögliche, und der unendliche Gott Gegenſtände unſers Verſtandes bleiben, welche uns den ſtolzen Gedanken benehmen, als könnten wir Gott jemals gleich werden.

Laſſen Sie uns alſo unſerer Zukunft mit Sehnſucht entgegen ſehen, und uns darauf freuen, da ſie uns immer mehr Geiſtes Arbeiten verſchaffen wird, je länger wir ſeyn werden! wir werden aber ewig ſeyn, denn unſer Geiſt iſt untheilbar, unſterblich. —

Zwote Vorleſung.

Fortſetzung der Eigenſchaften der Körper.

Poroſität, und Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Trägheit und Bewegung.

Ich habe Ihnen in meiner leztern Vorleſung die erſte, und zwar ſehr merkwürdige, auch allen Körpern zukommende Eigenſchaft, die Theilbarkeit bekannt gemacht; heute wollen wir andere Eigenſchaften an denſelben kennen lernen. Eine der folgenden iſt die Poroſität; das iſt nämlich diejenige Eigenſchaft, vermöge welcher man Zwiſchenräume bei ihnen findet, die nicht mit der eigentlichen Materie, woraus der Körper beſtehet, angefüllet ſind. Dieſe Pori zeigen ſich am Schwamme, am Brode und an mehrern Dingen ſo deutlich und in ſolcher Gröſſe, daß man ſie mit bloſen Augen recht gut ſehen kann. Aber an andern Körpern laſſen ſie ſich nur durch ſehr gute Vergröſſerungsgläſer entdecken: und es giebt noch andere, wo ſie ſich durchaus nicht erkennen laſſen, ob man gleich ihr Daſeyn aus andern Erfahrungen erweiſen kann. Kurz, es iſt vielleicht kein Körper, der vollkommen dicht wäre, und gar keine Zwiſchenräumchen hätte.

Dieſe Zwiſchenräumchen der Körper ſind entweder mit Luft, oder mit einer andern flüßigen Materie angefüllt, überhaupt aber mit ſo vieler Weisheit, und zu ſo mannigfaltigen Abſichten angebracht, daß man ſich Gewalt anthun müßte, wenn man nicht von ihnen auf einen göttlichen Urſprung ſchlieſen wollte. Wir wollen uns ſogleich durch einige Beiſpiele davon überzeugen.

Bei einigen Körpern, wie z. B. bei dem Schwamme, dem Brode, der Haut der Menſchen und Thiere, bei

bei den Pflanzen und einigen Steinen kann man die Poros ſchon mit bloſſen Augen ſehen, und bei andern ſich durch leichte Verſuche von ihrem Daſeyn überzeugen. Ein Schwamm läßt ſich ſehr leicht zuſammendrücken. Dies würde aber nicht geſchehen können, wenn ſeine Theile nicht ſehr weit von einander lägen, und alſo groſſe Zwiſchenräume hätten, die mit Luft angefüllt ſind. Taucht man einen Schwamm ins Waſſer, ſo ſteigen kleine Bläschen aus demſelben in die Höhe, welche das Daſeyn der Luft beweiſen, die vorher in den Zwiſchenräumchen des Schwammes war, und nun durch das Waſſer daraus vertrieben worden iſt. Eben dieſes thun auch manche Steine. Man darf nur einen weiſſen Sandſtein in das Waſſer legen, ſo werden gar bald viele Luftblaſen aus dieſem emporſteigen, welche nicht nur lehren, daß der Stein ſeine Oefnungen habe, ſondern auch entdecken, welche Art von fremder Materie in demſelben enthalten ſey, und weil die Luft aus der Tiefe des Waſſers empor ſteigt, ſo muß auch dieſes mit ſolchen Oefnungen verſehen ſeyn, durch welche ſie heraus dringen kann.

Man macht den Bürgern einer gewiſſen benachbarten Stadt den Vorwurf, daß ſie ihren Kaffee nicht trinken, ſondern eſſen: und ein gewiſſer politiſcher Rechenmeiſter hat ſogar eine fürs Publikum nachtheilige Conſumtion des weiſſen Brodes durch Berechnungen daraus darthun wollen. — Wir laſſen das an ſeinen Ort geſtellet ſeyn; aber jener Vorwurf würde nicht Statt finden, wenn das Brod nicht Poros hätte, in welche der Kaffee eindringen kann, den jene Leckermäuler mit ſo vielem Appetite ausſaugen.

Man hänge an einen trockenen Strick ein Gewichte, und mache den Strick nachher naß: ſo wird er das Gewichte heben, welches abermals zu einem Beweiſe dienet, daß eine fremde Materie in deſſen Oeffnungen eingedrungen ſey, welche ihn verkürzte. Von dieſer Erfahrung kann man einen vortheilhaften Gebrauch machen: man kann ſich nämlich ohne Mühe und Koſten einen Barome-

ter dadurch verfertigen. Wenn man Silberglätte in ſcharfen Weineſſig auflöſet, weches eine ſogenannte ſympathetiſche Dinte giebt, und mit dieſer flüſſigen Materie, welche die Farbe des Eſſigs behält, ein weiſſes Papier beſchreibt, ſo wird man die Schrift, ſo bald ſie getrocknet iſt, nicht bemerken können. Taucht man aber ein Löſchpapier in eine andere flüſſige Materie, die aus gemeinem Waſſer, Opperment und ungelöſchtem Kalk zubereitet worden iſt; ſo kann man durch daſſelbe, auch wenn es getrocknet iſt, die unſichtbare Schrift wieder ſichtbar machen, und zwar nicht nur, wenn man das Löſchpapier unmittelbar auf das beſchriebene Papier, ſondern auch, wenn man das eine zwiſchen die erſten, und das andere zwiſchen die lezten Blätter eines dicken Buchs von 5 bis 600 Seiten legt, und daſſelbe unter die Preſſe bringt; welches ein Beweis iſt, daß die Blätter eines Buchs eine groſſe Menge leerer Zwiſchenräume haben müſſen, weil die Ausdünſtungen des Löſchpapiers in einigen Minuten durch 300 und mehr Blätter bis auf das beſchriebene weiſſe Blatt dringen, und die darauf befindliche Schrift braun färben.

Selbſt das Gold, welches doch nebſt der Platina der dichteſte unter allen bekannten Körpern iſt, enthält eine große Anzahl von ſolchen leeren Zwiſchenräumen; welches ſchon daraus klar iſt, weil ſich das Queckſilber den Augenblik hineinziehet, und weil es von dem Goldſcheidewaſſer völlig aufgelößt wird, welches ohne die Poroſität des Goldes nicht geſchehen könnte.

Wir können alſo die Poroſität mit Recht unter die allgemeinen Eigenſchaften der irrdiſchen Körper rechnen, ob man gleich nicht ſagen kann, daß ſie ihnen weſentlich ſey, weil ein Körper ohne Zwiſchenräumchen nichts widerſprechendes enthält, und es wohl möglich wäre, daß auf einem andern Weltkörper einige materielle Subſtanzen ohne Poroſität gefunden werden könnten.

Laſſen

Laſſen Sie uns nun auch die Urſachen in Erwägung ziehen, warum der weiſe Schöpfer den Körpern dieſe Eigenſchaft beigelegt hat, und die Vortheile berechnen, die für uns daraus entſpringen; denn dieſes iſt die Hauptabſicht, die ich mir bei allen meinen Vorträgen über die Naturlehre vorgeſezt habe. Ohne dieſe Betrachtungen würden ſie nur ein leeres Gedächtnißwerk und eine trockene unfruchtbare Erzählung ſeyn; da ſie hingegen auf eine ſolche Weiſe, das nuzbarſte Studium, und ein angenehmer Weg zur Erkenntniß der Allmacht, Weisheit und Güte des Schöpfers ſind.

Die Zwiſchenräumchen der Körper, von denen wir uns bisher unterhalten haben, ſind nicht auf einerlei Weiſe angelegt, denn ſie dienen nicht zu einerlei Abſichten; der Unterſchied iſt bei den organiſirten und unorganiſirten Körpern gar merklich. In jenen ſind ſie mit ganz beſonderer Weisheit ſo vorhanden, daß ein jedes Zwiſchenräumchen eine Strecke fortgehet, und einen Kanal formiret, der unter dem Namen eines Haarröhrchens bekannt iſt: in dieſen (den unorganiſirten Körpern) ſcheinen ſie ohne beſondere Ordnung, durch die Zuſammenfügung der Theile von unterſchiedenen Figuren und Gröſſen entſtanden zu ſeyn. Aber ſo wenig man eine Abſicht bei den Poren der unorganiſirten Körper vermuthen möchte; ſo groß iſt dieſelbe bei genauerer Unterſuchung.

Der Bau einer Eierſchale iſt nicht organiſch; und ihre Oefnungen ſcheinen unnöthig zu ſeyn. Aber nein; ſo urtheilt nur der Nichtkenner. Wenn ſich das Küchlein in dem Ei entwickeln ſoll, ſo muß es einen gewiſſen Grad der Wärme von auſſen, entweder von der Bruthenne, oder durch die Kunſt empfangen. Wie wäre dieſes aber möglich, wenn nicht die Schale mit Löchern durchbohrt wäre, welche die Wärme durchſtreichen lieſſen?

Die Hülſe oder Schale eines Saamenkorns hat ebenfalls keinen Organismus, ſie iſt aber mit den ſubtilſten Oefnungen reichlich verſehen, damit der Saame die Feuch-

tigkeit und gelinde Wärme der Erde, in die er geſäet worden, zu empfangen fähig ſey.

Die Steine, unorganiſirte Körper, haben Oefnungen, — wozu? — Wir bauen Wohnungen zur Nothdurft und Bequemlichkeit von Bruchſteinen, oder gebrannten Steinen, und geben ihnen durch den Mörtel eine Art eines Leims, der ſie untereinander befeſtiget. Könnte dieſe Dauer erhalten werden, wenn nicht der Mörtel in die Oefnungen der aufeinander gefügten Steine eindränge, und bei ſeiner Vertrocknung und Verhärtung gleichſam eben ſo viele Nägel formirte, welche eine Haltung von Jahrhunderten bewirken? — Wir würden ja weder kütten noch löthen können, wenn Steine und Metalle ganz dichte wären. —

Hätte das Gold, das dichteſte unter allen Metallen, keine Zwiſchenräumchen, würden wir es löthen, ſchmelzen und hämmern können? — Vergeblich legten wir es wie andere Metalle ins Feuer, wenn es keine Löcher hätte, durch welche die Wärme dergeſtalt eindringt, daß es weich oder flüſſig werden kann.

Das Holz, wenn es durchs Fällen und Zerſchneiden aus ſeinem Organismus geriſſen iſt, behält dennoch ſeine Oefnungen. An dieſe ſtreicht der Schreiner ſeinen Leim, und ſezt ein anderes Stück an, welches dadurch, daß der Leim in die Poros dringt, und unzählige Nägel formirt, ſo ſtark an das erſtere Stück befeſtigt wird, daß es von Natur nicht feſter ſeyn kann.

Die Gegenwart dieſer brauchbaren Anordnung wiſſen wir zu nutzen: aber wie Wenige ſind, die von der Urſache und Wirkung ſelbſt einen Begriff haben?

Mehrere Künſtler und Handwerker hämmern vorher ein Stück Metall, ehe ſie ihre Inſtrumente daraus verfertigen. — Warum thun ſie das? — Darum, damit die Pori des Stückes zuſammen getrieben, daſſelbe dadurch dichter und härter werde, und eine beſſere Politur annehme. — Aber wie viele ſind, die es wiſſen, was ſie eigentlich thun, die die Wirkung der Urſache deutlich einſehen? —

ſehen? — So geht es uns hierinnen, wie in andern Dingen mehr. Auch der Ungelehrte macht Schlüſſe, ob er gleich die Regeln der Logik nicht verſteht: die meiſten Menſchen und alle Thiere handeln nach gewiſſen Naturgeſetzen, und kennen ſie nicht. Wie glücklich iſt der, der Zeit und Gelegenheit hat, ſie zu erkennen, und ſie benuzt.

Was wir auch mit den Körpern vornehmen, in wie viele und tauſendfache Geſtalten wir ſie auch umformen: ſo können wir doch ihre Zwiſchenräumchen niemals ganz verdrängen. — Ein Beweis ihrer unumgänglichen Nothwendigkeit, und ihres weſentlichen Daſeyns.

Aus dem Kieſelſteine, mit einem Zuſatze von Salz, machen wir Glas. Beides iſt durchſichtig; die Zwiſchenräumchen dieſes Körpers ſind, ſo wie die der Luft, in einer geraden Linie geordnet, daß die Lichtſtralen aller leuchtender Körper durch ſie zu uns gelangen können. Der Ofen hingegen ſoll nur Feuertheilchen und Wärme durchlaſſen, darum ſind ſeine Zwiſchenräumchen wieder anders geordnet. —

Wären die Gefäſſe, die wir zum Kochen und Zubereiten der Speiſen und andern Endzwecken brauchen, ohne Poren; könnte dann das Feuer durchdringen, und die Flüſſigkeiten darinnen erwärmen und kochen? —

Aber ich würde ſehr weitläuftig werden, wenn ich alle die Vortheile herzählen wollte, die wir ſchon in den Zwiſchenräumchen der unorganiſirten Körper finden? — Alles ſpricht für die Weisheit Gottes in der Anordnung derſelben.

Wir wollen nun noch einen Blick in das organiſirte Pflanzen- und Thierreich thun, und da den Nutzen der Poroſität betrachten. Die Pflanze entwickelt, und nährt und breitet ſich durch Hülfe der Feuchtigkeit aus, welche ſie, ſowohl aus dem Erdboden durch die Wurzel, als aus dem befeuchteten Dunſtkreiſe in ſich ſaugt. Zu dieſer Abſicht hat ſie ihre Pore, welche wir als die Endpunkte der Haarröhrchen anſehen, welche ihr ganzes Gewebe ausmachen. Wären ſie nur an der Wurzel offen, ſo würde das

Eindringen der Säfte unmöglich ſeyn. Sie mußten alſo aus dieſer Abſicht mit zwo Oefnungen verſehen werden. Zu dem ſollte der überflüſſige Theil der Feuchtigkeit, der ſeine Fruchtbarkeit, und ſein Nahrhäftes in der Pflanze zurückgelaſſen hat, als eine unbrauchbare Materie wieder weggeſchaft werden. Endlich ſollte, wenn die Erde Mangel an Feuchtigkeit hätte, die benöthigte dem Gewächſe von auſſen zukommen. Wie konnte dieſes aber anders geſchehen, als durch eine groſſe Menge Gänge, die wir Zwiſchenräumchen nennen? Das Zuckerrohr, der Ahornbaum, die Birke, und andere Stauden und Gewächſe liefern uns, aus eben dieſer weiſen Einrichtung, die nützlichſten Säfte, die wir in Ermangelung dieſer Oefnungen entbehren müßten. — Wie wollten wir den geilen und widrigen Geſchmack der Küchengewächſe auslaugen, wenn ſie keine Löcherchen hätten, in welche Hitze und Feuer eindringen, und dem Unbrauchbaren den Ausweg erleichtern könnten?

Bedarf es wohl noch mehr, die weiſe Einrichtung der Poren in dem Pflanzenreiche darzu thun? —

Noch iſt das Thierreich übrig, welches mit dem Pflanzenreiche, in Anſehung des Organismus die größte Aehnlichkeit hat, ſo ſehr es auch von dieſem im Mechanismus unterſchieden iſt. — Wir wollen aber nur bei uns ſelbſt ſtehen bleiben. —

Aus unſerm Blute, nachdem es mit dem neuen Nahrungsſafte vermiſcht, durch die Adern, in alle Theile des Körpers gedrungen iſt, ſammeln ſich eine Menge ſcharfer, ſalziger Feuchtigkeiten, welche, wenn ſie keinen Ausweg aus dem Körper fänden, die guten Säfte verderben, und gleichſam vergiften würden. Aber die gütige Natur, die für die Geſundheit und Erhaltung ihrer lebendigen Geſchöpfe beſſere Sorge trug, als dieſe, und zwar die Vernünftigen ſelbſt würden getragen haben, legte an die Adern kleine Canäle oder Haarröhrchen, welche ſich an der Oberfläche der Haut, unter dem Namen Schweislöcher, öffnen; und dadurch entledigt ſich alſo der menſchliche wie der thieriſche Körper jener ſchädlichen Flüſſigkeiten, die ihm

die

die ſchrecklichſten Krankheiten, und einen frühen Tod würden zugezogen haben. — Dieſe Ausdünſtung geht unaufhörlich, von der Wiege an, bis ins Grab von ſtatten: und nur durch Unordnungen und widernatürliche Handlungen wird ſie zuweilen unterbrochen; aber die Natur rächt ſich auch ſogleich an dem Verächter ihrer Geſetze durch eben ſo mannigfaltige als ſchreckliche Uebel, und beſtraft die begangene Unordnung nicht ſelten mit einem quaalvollen Tode.

Dieſe Schweislöcher ſind in erſtaunlicher Menge vorhanden, und doch iſt keines zu viel, weil Gott nichts Ueberflüſſiges macht. — Löwenhoek, den ich ſchon einmal aufgeſtellt habe, ein Mann, der mit der Natur, beſonders in ihren bewundernswürdigen Kleinigkeiten, ſo nahe bekannt war, als vor ihm ſich keiner rühmen konnte, hat durch Hülfe ſeines Vergröſſers entdeckt, daß in dem Raume der Gröſſe eines Hirſekorns, nicht weniger als 125,000 Schweislöcher nebeneinander ſtehen. — Wie viel müſſen deren am ganzen Körper ſeyn! — Wie ſtark dieſe unmerkliche Ausdünſtung im menſchlichen Körper iſt, wie viel wir dadurch von unſerer Subſtanz verlieren, das werde ich einmal in Zukunft, bei der anatomiſchen Betrachtung des Menſchen mit mehrern zu beſchreiben Gelegenheit haben. — Welche Wohlthat iſt es alſo für uns, daß wir im Schweiſe arbeiten müſſen, um nicht einer immerwährenden Krankheit unterworfen zu ſeyn, und wir finden aus eben dem Grunde auch diejenigen meiſt geſünder, die grobe Arbeit und ſtarke Bewegung haben, als die, welche immer ſitzen, und ſich wenig bewegen.

Ich will dieſe Betrachtung über den Nutzen der Poroſität der Körper, mit den Worten eines gefühlvollen Bewunderers und Verehrers der Natur beſchlieſen, der mir den Stof zu dieſer ganzen Abhandlung gegeben hat. —

„Hier iſt Güte und Weisheit! jene erkennen wir aus den überſchwenglichen Vortheilen die wir für uns haben, weil alles, was Körper iſt, mit Zwiſchenräumchen durchſäet iſt: dieſe finden wir darinnen, daß ein einiges

Mittel von Gott erwählt worden iſt, durch welches er unendliche Zwecke auf das glücklichſte erreicht hat. Menſchen ſind zufrieden, wenn ſie durch ein einiges Mittel ihre Abſicht erreichen. Wie oft müſſen wir nicht viele Mittel zuſammen raffen, bis wir einen einzigen Zweck erlangen? Wie viele Sätze brauchen wir nicht um einige Wahrheit zu erweiſen? Welche Laſten von Arbeiten drücken den Armen, bis er ſeine Nothdurft zum Munde bringt, und ſein eigenes Brod iſſet? Aber das iſt Gottes Weiſe, daß er durch ein einiges Mittel unendliche Zwecke erhält. Sehen wir den Beweiß nicht an der Schöpfung der Zwiſchenräumchen, und aus dieſer ſeinen grenzenloſen Verſtand? Laßt uns weiſe werden, und alle unſere Kräfte zur Ehre des Herrn, zur Tugend und Religion anwenden, ſo leben wir unſerer Abſicht gemäß!„ —

Die Poroſität der Körper und die verſchiedenen Grade derſelben haben zu einer Eintheilung der Körper ſelbſt in dichte und lockere Gelegenheit gegeben. Durch dichte Körper verſteht man nämlich ſolche, welche weniger oder kleinere Zwiſchenräumchen, und folglich mehr materielle Theilchen in eben demſelben Raume enthalten, als diejenigen Körper, mit denen man ſie vergleicht, und die man in Anſehung jener, lockere Körper nennt; denn vollkommen dichte Körper, d. i. ſolche, die gar keine Zwiſchenräume haben, findet man, wie ſchon geſagt, nirgends. Dieſe beiden Benennungen zeigen alſo blos relative Begriffe an. Man kann daher viele Körper bald locker bald dichte nennen, je nachdem die Körper beſchaffen ſind, mit denen man ſie vergleicht. So iſt z. B. der Sandſtein ein dichter Körper, wenn er mit dem Schwamme verglichen wird; hingegen muß man ihn einen lockern Körper nennen, wenn man ihn mit dem Diamant vergleicht.

Wir kommen nun zur dritten allgemeinen Eigenſchaft der Körper, und das iſt die Ausdehnung. Die Erklärung dieſer Eigenſchaft gehöret eigentlich in die Geometrie und höhere Phyſik; für uns hat ſie keinen ſonderlichen Nutzen: doch können wir ſie auch nicht ganz mit Still-

ſchweigen übergehen. Man verſtehet aber unter der Ausdehnung diejenige Eigenſchaft, vermöge welcher ein Körper einen gewiſſen Raum in die Länge, Breite und Dicke einnimmt, und ohne welche wir uns keine Subſtanz, die aus trennbaren Theilen zuſammen geſezt iſt, denken können.

Dieſer Begrif iſt eigentlich aus der Geometrie hergenommen; indem man ſich eine Sache erſtlich blos nach der Länge, zweytens nach der Länge und Breite, und drittens nach der Länge, Breite und Höhe zugleich ausgedehnt vorſtellen kann. In der Sprache der Geometriſten heißt das die Ausdehnung nach drei Dimenſionen. Beide erſtere Arten der Ausdehnung, welche man Linien und Flächen nennt, exiſtiren blos in unſerm Verſtande, und ſind folglich in keiner einzigen Sache, die man ſiehet, fühlet, oder ſonſt empfindet, ſinnlich anzutreffen. Aber die dritte Art iſt allerdings allen Materien eigen, indem ſie alle in die Länge, Breite und Höhe, oder nach allen drei Dimenſionen ausgedehnt ſind, wie z. B. Holz, Eiſen, Stein, Waſſer, Luft, Glas u. a. m. Denn wir ſehen, fühlen, ſchmecken und empfinden mit unſern Sinnen nichts, als was eine gewiſſe Länge, Breite und Höhe, oder Dicke hat.

Die Phyſiker und Mathematiker haben noch mehr ſonderbare Meinungen und Grundſätze über Körper, Ausdehnung und Raum geäuſſert. Aber wie geſagt, wir wollen uns nicht dabei aufhalten; denn alle dieſe Sachen ſind für uns von keinem ſonderlichen Nutzen. Nur eine einzige Definition, die aus der Ausdehnung hergeleitet wird, wollen wir noch merken. — Weil nämlich die Ausdehnung aller uns bekannten Körper ihre Grenzen hat, ſo folgt hieraus, daß man auch jedem Körper eine Figur oder Geſtalt zuſchreiben müſſe. —

Wir kommen nun zu einer andern Eigenſchaft der Körper, und das iſt die Undurchdringlichkeit. — Wie? ſollte denn die Luft, das Waſſer und ähnliche Körper undurchdringlich ſeyn? — man kann ſich ja ſehr leicht

 durch

durch ſie bewegen. Können wir nicht durch die Luft gehen, und durch das Waſſer waten? Ja, das können wir wohl; aber nichts weniger als durch dieſe Körper ſelbſt: nur aus ihrer Stelle vertreiben wir ſie, und weil ihre Theile einen geringen Zuſammenhang untereinander haben; ſo bemerken wir, und vornehmlich in der Luft, kaum, daß ſie ſich trennen. Gehen wir aber ſehr ſchnell, oder wehet uns die Luft ſtark entgegen: ſo empfinden wir ihren Widerſtand allerdings. Um ſich jedoch noch gewiſſer von dem Widerſtande der Luft zu überzeugen, nehme man ein gewöhnliches Trinkglas und tauche daſſelbe umgekehrt ins Waſſer: ſo wird man ſehr deutlich ſpüren, daß etwas widerſtehet, und daß eine gewiſſe, verhältnißmäſig nicht geringe Kraft erfodert wird, das Glas ins Waſſer hinein zu drücken: ja es wird ſogar nicht möglich ſeyn, das Glas bis auf den Boden ins Waſſer zu bringen, daß zugleich das Waſſer ganz ins Glas dringe, ſondern es wird immer noch ein gewiſſer Theil im Glaſe leer bleiben, welchen Raum jedoch die Luft einnimmt. Der Körper nun, der dieſen Widerſtand äuſſert, iſt kein anderer als die Luft, und wir ſehen alſo daraus, daß das Waſſer keinesweges durch die Luft dringen könne: und umgekehrt, wenn die Luft in das Waſſer dringt, ſo geſchieht es nur durch die Zwiſchenräume derſelben. Wenn man Waſſer durch ein Löſchpapier ſickern läßt, ſo dringt das Waſſer eigentlich nicht durch die Papirtheile, ſondern nur durch die Pori deſſelben.

Hiermit glaube ich auch dieſe Eigenſchaft ſo viel uns davon zu wiſſen nöthig iſt, erläutert zu haben.

Weil alle Körper undurchdringlich ſind; ſo widerſtehet einer dem andern, wenn er in eben denſelben Raum eindringen will. Wenn wir uns durch die Luft bewegen, ſo merken wir, wie ich kurz vorher ſagte, dieſen Widerſtand freilich nicht, wenigſtens nicht ſtark und immer. Im Waſſer, wenn wir ſchnell durch daſſelben laufen wollen, oder auch auf trockenem Lande, einem

ſtarken

ſtarken Windſtrome entgegen, werden wir ihn mehr gewahr. Wollten wir aber mit unſerm Kopfe durch die Wand rennen; ſo würden wir den Widerſtand der Wand, weil ſie ein gröſſerer und dichterer Körper als der Kopf iſt, noch empfindlicher bemerken. —

Dieſen Widerſtand nun, den ein Körper äuſſert, wenn er von einem andern genöthiget wird ſeinen Raum zu verändern, nennen die Phyſiker die Trägheit, oder die Kraft der Trägheit; und das iſt die fünfte allgemeine Eigenſchaft der Körper. Man kann dieſe Benennung auch in der Bedeutung nehmen, und dadurch die Kraft oder Neigung eines Körpers verſtehen, in ſeinem Zuſtande zu verbleiben.

So viel es den Menſchen Mühe koſtet, dieſe Kraft der Körper zu überwinden; welches man ſiehet, wenn groſſe Steine oder andere Laſten von ihrer Stelle geſchaft werden ſollen: ſo gut iſt es für uns, daß ſie dieſelbe beſitzen. Denn hätten ſie eine andere entgegengeſezte Kraft der Bewegung, daß ſie freiwillig ihren Stand verlaſſen könnten; ſo würden wir ſie an Ketten legen, oder gewärtig ſeyn müſſen, daß ſie uns davon liefen, und nirgends Stand hielten: und dann hätten wir weder Häuſer noch Möbels mehr. — —

Aus dem Satze des zureichenden Grundes, oder deutlicher, aus dem Satze, daß wo eine Wirkung iſt auch eine Urſache ſeyn müſſe, folgt: daß, wenn ein Körper einmal ruht, ſo muß er beſtändig fortfahren zu ruhen, wofern nicht etwas auf ihn wirkt, das ihn bewegen kann; weil man ſonſt behaupten müſſe, daß etwas ohne Urſache geſchähe, wenn man annehmen wollte, daß ein ruhender Körper ohne Einwirkung einer Kraft eine Bewegung anfangen könnte. Aus eben dieſer Urſache muß aber auch ein Körper, der ſich bewegt, beſtändig ſeine Bewegung fortſetzen, wofern nicht etwas auf ihn wirkt, wodurch ſeine Bewegung gehindert oder geſchwächt wird. Dieſes bringt uns nun auf die ſechste Eigenſchaft den Körper, nämlich auf die Bewegung.

Dieſe

Dieſe merkwürdige Eigenſchaft wird uns einen ſehr reichhaltigen und fruchtbaren Stof zur angenehmſten Unterhaltung verſchaffen. Sie wird uns die Allmacht und Weisheit des großen Schöpfers in einem neuen Lichte zeigen, und uns über manche Dinge Aufſchluß geben, die wir oft nur blos wißen, ohne ihren Grund einzuſehen.

Wir wollen zufrieden ſeyn, wenn wir nur das Nothwendigſte und Nutzbarſte davon behalten, und uns für heute begnügen dieſe Eigenſchaft nur oberflächlich kennen zu lernen. —

Ein jedes endliches Ding iſt bewegbar, d. i. es beſizt die Fähigkeit ſeinen Ort zu verändern, und wahrſcheinlich ſind auch alle Dinge wirklich in Bewegung. — Die Bewegung eines Körpers iſt alſo nichts anders, als die Veränderung ſeines Orts; die Bewegbarkeit aber nur die Fähigkeit ſeinen Ort zu verändern. Wenn ich ſchreibe, ſo bewege ich meine Hand, und mit derſelben zugleich die Feder, und wenn ich vom Stuhle aufſtehe, und in ein anderes Zimmer gehe, ſo bewege ich meinen Körper, d. i. ich verändere den Ort ſeines vorigen Aufenthaltes.

Der Ort aber iſt zweierlei, nämlich der abſolute oder wahre, und der relative oder ſcheinbare: und eben ſo iſt es auch mit der Bewegung.

Kein Körper kann exiſtiren, ohne einen gewiſſen Raum einzunehmen und auszufüllen. Dieſen beſtimmten Raum, den jeder Körper zu ſeiner Exiſtenz nothwendig erfordert, und worin er ſich jedesmal befindet, pflegt man den wahren Orte oder die abſolute Stelle des Körpers zu nennen. Diejenige Lage hingegen, die ein Körper in Anſehung anderer Körper hat, mit denen wir ihn vergleichen, heißt ſein relativer oder ſcheinbarer Ort.

Dieſe Eintheilung iſt keine leere Grille, ſondern ſie hat in der Beſtimmung der wahren oder ſcheinbaren Bewegung ihren guten Nutzen. Aber für uns hat ſie keinen ſonderlichen Werth, und darum übergehe ich das Weitere, was noch davon zu ſagen wäre. Nur ſo viel wollen

ken wir kürzlich davon merken. In einer wahren Ruhe iſt nichts in der ganzen Welt. Denn da ſich die Erde zu Folge der täglichen Bewegung um ihre Axe, und zu Folge der jährlichen Bewegung um die Sonne bewegt; anderer Bewegungen nicht zu gedenken: ſo kann man auch nicht ſagen, daß irgend ein Körper auf der Erde in wahrer Ruhe wäre; weil ſie ſich alle mit derſelben bewegen. In ſcheinbarer Ruhe aber ſind viele Dinge. So ſind z. B. alle die Möbeln in dieſem Zimmer in einer ſcheinbaren Ruhe, weil ſie den Ort, den ſie einnehmen, nicht verändern, und auch gegen einander die nämliche Lage behalten. In ſofern kann man auch dieſen Ort den wahren, oder abſoluten Ort nennen. In Rückſicht aber gegen die Welt ſind dieſe Orte nur relativ und ſcheinbar: ſo wie auch ihre Ruhe nur relativ iſt. Daraus folgt, daß wir von der Bewegung und Ruhe überhaupt nichts weiter, als was nur relativ, oder ſcheinbar iſt, mit unſeren Sinnen zu erkennen im Stande ſind. Wir nehmen einen Körper allemal als ruhend an, wenn er ſeinen ſcheinbaren Ort behält, und ſehen ihn in Bewegung, wenn er dieſen ſcheinbaren Ort verändert.

Wer in einem Schiffe, das ſanft den Strom abwärts fährt, ſtille ſizt, glaubt mit dem ganzen Schiffe in Ruhe zu ſeyn: und doch iſt er in einer ſehr vielfachen Bewegung; einmal indem das Schiff ſelbſt nicht ſteht, das anderemal indem daß ſie ſich mit der Erde umdrehet, und endlich zugleich um die Sonne läuft. — Steht ein anderer am Ufer, ſo ſieht dieſer das Schiff fortfahren, indeß er ſtille zu ſtehen wähnt. — Wer in Geſellſchaft mehrerer Menſchen auf einem großen bedeckten Kahne fährt, ſieht ebenfalls, wie die Menſchen im Kahne unter einander herumgehen: aber wie ſchnell oder langſam ſie ſämtlich vom Wind und Waſſer fortgetrieben werden, daß nimmt er nicht wahr, es ſey denn, daß er nach dem ſcheinbarlich entgegen laufenden Ufern hinausblikt, und hiernach den ſchnellen oder langſamen Lauf des Kahns beur-

beurtheilt, folglich erſt durch einen Vernunftſchluß davon überzeugt wird.

Es können alſo auch viele Körper in einer Bewegung zugleich begriffen ſeyn, indeß der eine oder andere derſelben ſich noch insbeſondere bewegt: und aus dieſem Grunde pflegt man ferner die gemeinſchaftliche von der eigenen oder beſondern Bewegung zu unterſcheiden. Denn wenn z. B. die erſt gedachte Geſellſchaft auf einem Kahne fährt: ſo bewegen ſie ſich ſämtlich blos gemeinſchaftlich vor den Ufern vorbei. Geht aber der eine oder andere von ihnen, indem ſie ſämtlich fahren, zugleich im Kahne auf- und nieder: ſo hat derſelbe, auſſer jener gemeinſchaftlichen Bewegung noch eine beſondere oder eigene für ſich allein.

Die Phyſiker theilen die Bewegung ſo wohl als auch die Ruhe in total und partial, und nennen eine totale Bewegung dasjenige, da der ganze Körper ſeinen Ort verändert, eine partiale aber, wo dieſes nur von einem oder einigen Theilen deſſelben geſchiehet. Man kann daraus ohne weitere Erklärung leicht einſehen, was durch totale und partiale Ruhe verſtanden wird.

Wir haben bei der Bewegung noch einige beſondere Umſtände zu merken, ehe wir die Geſetze der Bewegung durch Beiſpiele betrachten können.

Man unterſcheidet nämlich bei einer jeden Bewegung erſtens: die Kraft, d. i. dasjenige, welches die Bewegung verurſacht, oder möglich macht; zweitens: die Maſſe, d. i. die Menge der Materie, welche bewegt wird; drittens: die Direction oder Richtung, d. i. die Beſtimmung des Punktes, gegen welchen ein Körper zu bewegt wird; und viertens: die Geſchwindigkeit, d. i. die Beſtimmung der Zeit in welcher ein Körper durch einen gewiſſen Raum bewegt wird. Und auf dieſe Unterſcheidungsmerkmale kommt in der That mehr an als man glaubt. Daher iſt es nöthig ſich dieſelben genauer bekannt zu machen.

Die

Die Kraft kann entweder, nach der Sprache der Naturforſcher, lebendig oder tod ſeyn. Eine lebendige Kraft, welche auch ein Stoß genannt wird, bringt eine wirkliche Bewegung des Körpers, auf den ſie wirkt hervor; ob gleich nicht weiter nöthig iſt, daß der Körper merklich bewegt, und weit aus ſeinem Ort gebracht werde. So iſt z. B. die Kraft des Waſſers, welches ein Mühlrad herum treibt, eine lebendige Kraft, denn ſie bringt eine Bewegung hervor. Aber ein Gewichte, das auf einen Tiſch gelegt wird, bringt keine Bewegung hervor; es iſt alſo eine todte Kraft, und wird ein Druck genannt.

Oben ſagte ich, daß ein jeder Körper, vermöge ſeiner Trägheit, einen Widerſtand äuſſere, wenn er von einem andern genöthiget wird, ſeinen Raum zu verändern. Dieſer Widerſtand nun verurſacht in dem Körper, welcher auf ihn wirket, eine Veränderung, und entzieht ihm gleichſam einen Theil ſeiner Kraft. Man ſagt alſo: Ein ruhender Körper wirke auf einen andern, der ihn in Bewegung ſetzen will, wieder zurück: und dieſe leztere Wirkung pflegt man Reaction oder Gegenwirkung zu nennen. Wenn z. B. eine Kugel an einen harten Körper anprallt, den ſie nicht aus ſeiner Stelle treiben kann: ſo wirkt dieſer in ſie zurück, und ſie wird von ihm mit der Hälfte der vorigen Kraft zurück getrieben.

Ein Körper, der ſich nach dem gewöhnlichen Ausdruck leidend verhält, kann durch ſeinen Widerſtand in einen andern Körper eben die Wirkung hervorbringen, die ſonſt durch ſeine Bewegung entſteht. So läßt man gewöhnlich das Siegellack auf dem Briefe ruhen, wenn man ſiegeln will, und drückt das Petſchaft darauf. Man erhält aber die nämliche Wirkung, wenn man das Petſchaft ruhen läßt, und das Siegellack darauf drückt. Im erſten Falle verhält ſich das Siegellack, und im zweiten das Petſchaft leidend.

Wenn ſich ein Körper durch einen geraden Weg fort bewegt; ſo wird ſeine Bewegung geradlinig genannt; iſt aber der Weg, durch welchen er ſich bewegt, krumm-

linig,

linig, ſo heißt auch die Bewegung deſſelben krummlinig. Gienge ein Körper bald nach einer geraden, bald nach einer krummen Linie fort, welches jedoch kein Körper thut, wenn er nicht von verſchiedenen Kräften bewegt wird; ſo könnte man ſeine Bewegung vermiſchtlinig nennen; weil eine Linie, die aus geraden und krummen Linien zuſammengeſezt iſt, in der Geometrie eine vermiſchte Linie heißt.

Wenn ein Körper von einer einzigen Kraft, die nach einerlei Gegend wirket, bewegt wird: ſo wird dieſe Bewegung einfach genannt; entſteht aber die Bewegung durch mehrere Kräfte, die zu gleicher Zeit auf den Körper wirken; ſo heißt ſie zuſammengeſezt. Wirken zwo Kräfte von verſchiedenen Seiten her, doch nicht einander entgegengeſezt, auf einen Körper, ſo daß die Directionslinien ſolcher Kräfte einen Winkel machen: ſo werden dieſelben conſpirirende Kräfte genannt: und der Winkel ſelbſt, welchen ihre Directionslinien machen, heißt der Richtungswinkel. Wenn z. B. in der Mitte eines Billards eine Kugel ſtehet, und von den beiden Ecklöchern zu gleicher Zeit zween andere Kugeln gegen dieſelbe geſtoſſen werden: ſo ſind das zween conſpirirende Kräfte, die nun auf die Kugel wirken: und der Winkel, der von der Kugel in der Mitte, nach den beiden Kugeln an den Ecken gezogen werden kann, heißt der Richtungswinkel. — Dieſes wird in der Folge noch deutlicher werden.

Wenn aber die eine von den zwo conſpirirenden Kräften einen Körper von einem gewiſſen Punkte zu entfernen, die andere aber ihn gegen denſelben zu treiben ſucht; ſo werden dieſe beiden Kräfte überhaupt Centralkräfte genannt: und zwar heißt diejenige Kraft, welche den Körper gegen den feſten Punkt zutreibt, beſonders, die Centripedalkraft, oder die Annäherungskraft; die andere aber, die ihn davon zu entfernen ſucht, heißt die Centrifugalkraft, Schwungkraft, oder Entfernungskraft, und der feſte Punkt ſelbſt, um welchen dieſe Bewegung geſchiehet, wird der Mittelpunkt der Kräfte genannt.

Noch

Noch haben wir einige Umſtände in Anſehung der Geſchwindigkeit der Bewegung übrig, ehe ich dieſe vorläufigen Erklärungen dieſer merkwürdigen Eigenſchaft ſchlieſen kann. Man theilt nämlich die Bewegung in die gleichförmige und in die ungleichförmige. Eine gleichförmige Bewegung iſt diejenige, wo der Körper ſtets einerlei Geſchwindigkeit behält; d. h. wo er immer in gleichen Zeiten gleiche Räume durchläuft. Wenn z. B. ein Courier in 2 Stunden einen Weg von 5 Stunden macht, und mit gleicher Geſchwindigkeit fortreitet: ſo läßt ſich leicht beſtimmen, wie weit er in 20 Stunden kommen könne.

Bei der ungleichförmigen Bewegung der Körper iſt die Geſchwindigkeit verſchieden. Nimmt ſie z. B. beſtändig zu; ſo wird eine ſolche Bewegung eine beſchleunigte; nimmt ſie aber ab, eine verzögerte Bewegung genannt. Iſt ferner die Zunahme oder Abnahme der Geſchwindigkeit immer gleich; ſo heißt die Bewegung eine gleichförmig beſchleunigte oder verminderte: iſt aber dieſe Veränderung in der Geſchwindigkeit ungleich, ſo heißt die Bewegung eine ungleichförmig beſchleunigte oder verminderte Bewegung.

Dies mag als vorläufige Betrachtung über die Eigenſchaft der Bewegung genug ſeyn. In der künftigen Vorleſung werde ich Ihnen die Geſetze, nach welchen ſich die Körper bewegen, weitläuftiger erklären, und durch Beiſpiele deutlich zu machen ſuchen.

Dritte Vorleſung.

Fortſetzung von der Bewegung.

Jede Bewegung eines Körpers, ſie mag relativ oder abſolut, eigen oder gemeinſchaftlich ſeyn, beſtehet blos darin, daß der Körper nach und nach an verſchiedenen Stellen erſcheint, welche alle unmittelbar zuſammen hängen, oder an einander grenzen. Dieſe unmittelbar an einander liegende Stellen, in welchen wir einen Körper wahrnehmen, wird der Weg dieſes Körpers genannt. Weil bei dem Wege, den ein Körper durchläuft, nicht auf deſſen Breite, ſondern nur auf die Länge deſſelben geſehen wird, eine Länge ohne Breite aber in der Geometrie eine Linie heißt: ſo nennt man den Weg, den ein Körper durchläuft, eine Linie. Nun iſt dieſe Linie entweder gerade, oder krumm, oder vermiſchtlinig; wie ich ſchon bemerkt habe.

Bewegt ſich alſo z. B. ein Körper von A nach B, (Tab. I. fig. 1) ſo iſt die Richtung, Linie, oder Weg des Körpers gerad. Geht aber ein Körper C, (Tab. I. fig. 2.) einen krummen Weg, wie etwa c. d. iſt: ſo verändert er ſeine Richtung alle Augenblicke, und ſezt alſo ſeinen Weg aus unendlich kleinen Stückchen zuſammen, welche immer nach andern und andern Gegenden hinweiſen.

Bisweilen ändert ein Körper D, fig. 3. ſeinen geraden Weg f. plötzlich, und nimmt auf einmal einen andern Weg f. g. Alsdann ſagt man, er beſchreibe einen Weg, der aus einer gebrochenen geraden Linie, d. i. aus verſchiedenen geraden Linien D. f, und f. g. beſtehet, welche nach eben ſo verſchiedenen Gegenden hin zeigen.

Wenn

Wenn ein Körper ſich bewegt, ſo verändert er mit jedem Augenblick ſeine Stelle. Hieraus aber iſt klar, daß jedesmal eine gewiſſe Zeit vergehen muß, ehe ein Körper, der ſich bewegt, aus einer Stelle in die andere gelangt. Iſt nun die Entfernung der beiden Stellen, die man auf dem Wege eines Körpers bemerkt, groß, die Zeit hingegen, welche er braucht, um von der einen zur andern zu gelangen, kurz: ſo ſagt man, der Körper bewege ſich geſchwind. Umgekehrt, wenn die Entfernung klein, die Zeit hingegen lang iſt, ſo bewegt ſich der Körper langſam.

Wir wollen nun die verſchiedenen Arten der Bewegung, und die Geſetze, nach welchen ſich die Verſchiedenheit richtet, durch Beiſpiele, Verſuche und Berechnungen prüfen und einſehen.

Die Bewegung eines Körpers iſt entweder gleichförmig oder ungleichförmig; auch kann die Geſchwindigkeit ſich gleichförmig vermehren und gleichförmig vermindern.

Ich habe von dem erſten Falle ſchon ein Beiſpiel gegeben, izt will ich es noch durch eine Zeichnung ſinnlich machen. Geſezt ein Körper A, Fig. 4. brauche, um den Raum von A bis B zu durchlaufen, 5 Secunden, von B bis C wieder 1 Secunde, und ſo fort zu jedem dieſer 11 Räume 1 Secunde: ſo wird er in 11 Secunden von A bis M kommen, und ſeine Bewegung oder ſeine Geſchwindigkeit wird gleichförmig ſeyn. Bewegt ſich alſo ein Körper gleichförmig, und man kennt den Weg, den er in einem gewiſſen Zeitraume zurück legt: ſo läßt ſich durch die Regel de Trie leicht berechnen, wie weit er in einem andern gegebenen Zeitraume gehen werde: und ſo umgekehrt. —

Geſezt aber ein Körper bewege ſich durch den nämlichen Raum, und zwar (Fig. 5.) von A bis b in der erſten, von b bis c in der zweiten, und von c bis D in der dritten Secunde: ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit gleichförmig vermehrt, und zwar ſo, daß er in der erſten 1 Secunde 1, in der zweiten 3, und in der dritten 5mal weiter gehet. Umgekehrt, wenn dieſer Körper von D nach A gien-

ge, und in der erſten Secunde den Weg von D nach c, in der 2ten, von c nach b, und in der dritten von b nach A zurücke legte; ſo wäre ſeine Geſchwindigkeit gleichförmig vermindert.

Bei der gemeinſchaftlichen Bewegung zweier Körper, können verſchiedene Fälle vorkommen. Z. B. es bewegen ſich zwei Körper eine Stunde lang, und jeder von dieſen Körpern legt in dieſer Zeit einen gleichgroſſen Weg zurück; ſo ſagt man, daß ihre Bewegung gleich ſey. Denn wenn z. B. der eine von 2 Reitern in 2 Stunden 3 Meilen, und der andere 3 Meilen in 2 Stunden zurück legt, ſo wird jedermann ſagen, daß ſich der erſte ſo geſchwind wie der andere bewegt; oder nach der gemeinen Sprache: daß einer ſo geſchwind wie der andere reitet.

Der erſte Fall iſt alſo der: Wenn ſich zwei Körper in einerlei Zeit durch gleiche Räume bewegen, ſo iſt die Geſchwindigkeit der beiden Körper gleich.

Bewegen ſich aber zwei Körper in gleichen Zeiten durch ungleiche Räume: ſo ergiebt ſich hieraus, daß die Geſchwindigkeit eines Körpers vor dem andern gröſſer ſeyn müſſe. Wir wollen uns zwei Körper von einerlei Art und Gröſſe vorſtellen, und den einen A, den andern B nennen, und ſetzen: daß der Körper A in einer Minute 10 Schuh weit, der Körper B aber in einer Minute 50 Schuh weit gehet: ſo iſt nicht nur offenbar, daß der zweite Körper ſich geſchwinder bewegt; ſondern es erhellet auch aus dem Begriffe, welchen wir von der Geſchwindigkeit haben, daß der Körper in dieſem Falle ſich fünfmal geſchwinder bewege, als der erſte; weil der Raum, welchen der zweite Körper durchläuft, nämlich 50 Schuh, fünfmal gröſſer iſt, als der Raum von 10 Schuhen, durch welchen ſich der erſte Körper bewegt.

Der zweite Fall iſt alſo der: Sind die Zeiten gleich, in welchen ſich zwei Körper bewegen, ſo verhalten ſich ihre Geſchwindigkeiten wie die Räume, welche ſie durchlaufen.

Nach der Regel de Trie laſſen ſich die verlangten Geſchwindigkeiten ſehr leicht berechnen. Man darf nur den erſten Saz in den zweiten dividiren. Z. B.

A. = 10. — B. = 50 | 10 | 5 mal

Ein Bote geht in 8 Tagen 20 Meilen, ein anderer aber in dieſer Zeit 48 Meilen; wie viel geht dieſer geſchwinder, als jener?

20, 48 | $2\frac{2}{5}$ mal. *)

Es wird nicht nöthig ſeyn, zu dieſem leichten Saze mehrere Beiſpiele anzuführen.

Ein dritter umgekehrter Fall iſt der: Sind die Räume gleich, durch welche ſich zwei Körper bewegen, ſo verhalten ſich ihre Geſchwindigkeiten in umgekehrter Ordnung, wie die Zeiten, welche ſie zu ihrer Bewegung nöthig haben.

Sind alſo die Räume, welche von den bewegten Körpern durchlaufen werden, gleich, die Zeiten aber, in welchen dieſe Bewegung geſchiehet, ungleich; ſo richtet ſich zwar ebenfalls das Verhältniß der Geſchwindigkeiten nach dem Verhältniſſe der Zeiten, aber in umgekehrter Ordnung. Denn es iſt ganz natürlich, daß ein Körper, der mehr Zeit braucht, durch einen Raum ſich zu bewegen, langſamer gehen müſſe, als ein anderer, der eben dieſen Raum in einer kürzern Zeit durchläuft. Wir wollen annehmen, daß ſich zwei Körper durch einen Raum von 100 Ruthen bewegen, und zwar der erſte binnen einer, der andere aber binnen drei Minuten; ſo iſt ohne Zweifel der erſte, der zu dieſer Bewegung nur den dritten Theil von der Zeit des andern nöthig hat, dreimal geſchwinder als der andere Körper. Denn da der andere Körper 3 Minuten zu 100 Ruthen braucht; ſo wird er in einer Minute nur $33\frac{1}{3}$ Ruthen durchlaufen. Es wird ſich alſo

*) Anmerk. Ich laſſe zum Vortheil vieler meiner Leſer die mathematiſche Zeichenſprache weg, und ſetze die Berechnungen nach den gewöhnlichen Regeln mit Zahlen auf. Wer die höhere Rechenkunſt, oder die Algebra verſteht, kann dieſe Säze leicht ſelbſt durch Buchſtaben ausdrücken.

der Raum des erſten Körpers binnen einer Minute zu dem Raume des andern Körpers binnen eben dieſer Zeit, und folglich auch die Geſchwindigkeit des erſten zu der Geſchwindigkeit des andern, wie 100 zu $33\frac{1}{3}$, d. i. ohngefehr wie 3 zu 1 verhalten. Man ſiehet, daß auch dieſer Fall nicht ſchwer zu berechnen iſt.

Doch noch ein Beiſpiel. — Z. E. Eine Kugel geht in 4 Secunden 5000 Schritte, und eine andere in 7 Secunden eben ſo weit. — Wie ſich alſo verhält 7 zu 4, oder 4 zu 7, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten der beiden Kugeln gegeneinander; das iſt $1\frac{3}{4}$ mal geht die erſtere Kugel geſchwinder. — Die erſtere legt nämlich in jeder Secunde 1250 Schritt, und dieſe in eben der Zeit nur erſt $714\frac{2}{7}$ Schritte zurück. —

Man darf alſo nur jede Zeit in den Raum dividiren, und die beiden Quotienten, als den Unterſchied des Raums, wieder dividiren, um das Verhältniß der Geſchwindigkeit zu bekommen.

4 Secunden in 5000 Schritte, und 7 Secunden in 5000 Schritte.

4|5000|1250 Schritte in jeder Secunde.
1250 Schritte zu Siebentheilen.
7
8750 Schritte.
7

7|5000|$714\frac{2}{7}$ in jeder Secunde.
$714\frac{2}{7}$ zu Siebentheilen.
5000 Schritt.
7

500,0|875,0|$1\frac{375}{500}$|$\frac{75}{100}$|$\frac{15}{20}$|$\frac{3}{4}$ (jeweils mit 5 gekürzt)

Endlich iſt bei Beurtheilung der gemeinſchaftlichen Bewegung zweier Körper noch ein vierter Fall übrig; nämlich: wenn ſich zwei Körper in ungleichen Zeiten durch ungleiche Räume bewegen. Z. B. Eine Kugel

ginge

ginge in 4 Sekunden 24 Schuh weit, und die andere in 5 Sekunden 15 Schuh. — Wie läßt ſich da das Verhältniß der Geſchwindigkeiten beider Körper beurtheilen? — Sehr leicht: man darf nur die Geſchwindigkeit eines jeden Körpers auf die Einheit der Zeit reduciren, und dieſe Einheiten miteinander vergleichen. Denn wenn ſich die erſte Kugel in 4 Sekunden durch 24 Schuh bewegt: ſo kommen auf eine Sekunde 6 Schuh; die andere Kugel geht in 5 Sekunden 15 Schuh; folglich in 1 Sekunde 3 Schuh. Sonach verhalten ſich die Geſchwindigkeiten beider Kugeln wie 6 zu 3, oder 3 zu 6. Man begreift leicht daß die Geſchwindigkeit der einen Kugel gerade noch einmal ſo groß iſt, als die Geſchwindigkeit der andern. Hieraus erhellet alſo der Satz: Die Geſchwindigkeiten überhaupt verhalten ſich wie die Quotienten, welche man erhält, wenn die Räume, wodurch ſich die Körper bewegen, durch die Zeiten, in welchen dieſe Bewegung geſchiehet, dividirt werden.

Es verhalten ſich alſo die Räume, welche die bewegten Körper durchlaufen, wie die Producte, welche entſtehen, wenn man die Geſchwindigkeiten durch die Zeiten multipliciret. Z. B.

Die Geſchwindigkeit eines Körpers A ſey — dreimal gröſſer, als die Geſchwindigkeit B; und
die Zeit des erſtern betrage 8 Min. $A = 9 \times 8$ M. $= 72$ | 12.
des leztern aber 2 Min. $B = 3 \times 2$ = $= 6$ |
So würde in dieſem Fall der Körper A einen 12mal gröſſern Raum durchlaufen als der Körper, deſſen Geſchwindigkeit B iſt.

Es verhalten ſich ferner die Zeiten, in denen ſich zwei verſchiedene Körper bewegen, wie die Quotienten, welche entſtehen, wenn man die Räume, die von den bewegten Körpern durchlaufen werden, mit ihren Geſchwindigkeiten dividirt.

Es ſey der Raum eines Körpers B = 10 Schuh, und der Raum des Körpers A = 800; die Geſchwindigkeit des erſtern aber fünfmal kleiner, als die Geſchwindigkeit des lezten Körpers ſo würde die Bewegung des andern Körpers unter dieſen Umſtänden 16mal länger dauren, als die Bewegung des erſten Körpers.

B. = 10 Sch. — 5 : 10 = 2
A. = 800 " — 25 : 880 = 32
2 | 32 | 16.

Wenn man ſich dieſe bisher angegebenen Geſetze der Bewegung und die verſchiedenen Fälle derſelben, recht eigen zu machen ſucht; welches nicht ſchwer ſeyn wird, wenn man ſie nur mit Aufmerkſamkeit und Nachdenken mehreremale durchlieſet, und ſich überall paſſende Beiſpiele ſelbſt dazu denket; ſo wird man ſich manchen izt noch unbekannten Vortheil dadurch verſchaffen, und vorzüglich alle vorkommende Verhältniſſe der Zeiten, Räume und Geſchwindigkeiten der bewegten Körper leicht einſehen und berechnen können. Beſonders werden diejenigen, die ſich mit der Mechanik beſchäftigen den Nutzen dieſer Kenntniß ſehr bald einſehen.

Um dieſen Vortrag recht allgemeinnützig zu machen, habe ich, wie ich ſchon in der Anmerkung erinnert habe, die, den meiſten meiner Leſer unbekannte mathematiſche Zeichenſprache in leichte, in die Augen fallende gewöhnliche Berechnungsmethoden verwandelt, wobei ich jedoch die Kenntniß der Regel de Trie in ganze und gebrochene Zahlen vorausſetze; ohne welche man freilich nicht fortkommen kann. Ich will hier nur noch einige Zeichen, deren man ſich gewöhnlich bedienet, und die auch ich bei künftigen Berechnungen gebrauchen werde, anführen und erklären.

\+ iſt das Zeichen der Addition z. B. 3 + 4 heißt 3 und 4 ſollen addiret werden.

∸ oder — Zeichen der Subtraction z. B. 3 ∸ 4 das iſt 3 ſoll von 4 abgezogen werden.

× das Zeichen der Multiplication z. B. 3 × 4 heißt 3 ſoll mit 4 multiplicirt werden.

(:) iſt das Zeichen der Diviſion, z. B. 5: 25 will ſagen 5 ſoll in 25 dividirt werden.

Wir kommen nun zu einem andern Gegenſtande bei der Betrachtung der Bewegung, der nicht minder wichtig, und eben ſo angenehm unterhaltend ſeyn wird, als das vorige; wenn anders dergleichen Abhandlungen die Aufmerkſamkeit meiner Zuhörer und Leſer reizen.

Einige Beiſpiele werden uns ſogleich auf dieſe neue Art der Verſchiedenheit in der Bewegung der Körper leiten. Wenn z. E. zween Kegelſchieber eine und die nämliche Kugel, aber mit verſchiedener Gewalt ſchieben: ſo wird der Erfolg oder die Wirkung eben ſo verſchieden ſeyn. Der eine, der ſtark ſchiebt, ſprengt vielleicht die Kugel mit dem Keil über die Bahn hinaus, und die Kugel des andern wirſt kaum einen Kegel um. Was iſt aber ſtark und ſchwach ſchieben anders, als die Kugel ſchneller oder langſamer bewegen? —

Die Verſchiedenheit in der Geſchwindigkeit der Bewegung eines Körpers bringt alſo auch eine Verſchiedenheit in ſeiner Wirkung hervor, wenn gleich die beiden Körper einerlei Gröſſe haben.

Wir wollen aber noch einen andern Fall ſetzen. Zwei Kugeln von ganz verſchiedener Gröſſe, davon die eine wenigſtens noch einmal ſo groß iſt als die andere, werden mit gleicher Geſchwindigkeit abgeſchoſſen: ſo begreift ein jeder leicht, daß die gröſſere Kugel eine noch einmal ſo große Wirkung haben werde, als die kleinere. Würde nun vollends die gröſſere Kugel mit einer verdoppelten Geſchwindigkeit abgeſchoſſen: ſo würde entfolglich auch die Gewalt derſelben noch größer ſeyn. —

Aus dieſen flüchtig hingeworfenen Beiſpielen ergeben ſich aufs neue verſchiedene Fälle, die wir nun mit einander durchgehen wollen.

Wenn man daher die Gewalt eines bewegten Körpers, welche man auch die Größe oder Quantität der Bewegung nennt, ſchätzen will; ſo muß man zweierlei in Erwägung ziehen, nämlich, ſeine Maſſe, d. i. die Menge der Materie welche er enthält, und die Geſchwindigkeit, womit er ſich bewegt.

Die Größen der Bewegung verhalten ſich, wenn die Maſſen der Körper gleich ſind, wie die Geſchwindigkeiten, womit ſich die Körper bewegen.

Wenn eine bleierne Kugel, die 4 Loth wiegt mit der Hand geworfen wird, und eine andere eben ſo ſchwere bleierne Kugel wird aus einer Flinte geſchoſſen: ſo wird unſtreitig die leztere eine ungleich ſtärkere Gewalt ausüben, als die erſtere, weil ſie eine ungleich gröſſere Geſchwindigkeit hat; welche ihr die Hand nicht ſo geben kann, wie das Pulver. Wäre nun die Geſchwindigkeit der Flintenkugel nur noch einmal ſo groß als die Geſchwindigkeit der mit der Hand geworfenen Kugel: ſo würde auch die Gewalt derſelben nur noch einmal ſo groß ſeyn. Wäre ſie aber 3, 5, 10, 100 mal gröſſer: ſo würde auch die Gewalt derſelben 3, 5, 10, und 100 mal gröſſer ſeyn. Eine doppelte Geſchwindigkeit muß eine doppelte Quantität der Bewegung, eine dreifache Geſchwindigkeit eine dreifache Quantität der Bewegung, u. ſ. f. verurſachen; weil mit einer doppelten Geſchwindigkeit noch einmal ſo viel Actionen, und mit einer dreifachen Geſchwindigkeit dreimal ſo viel Actionen als mit einer einfachen verbunden ſind. — Das war nun der erſte Fall.

Wenn ſich aber zwei Körper von verſchiedener Maſſe mit einerlei Geſchwindigkeit bewegen: ſo iſt die Wirkung desjenigen, der die meiſte Maſſe hat, gröſſer, als die Wirkung des andern, der weniger Maſſe hat. Dieſes iſt aus bekannten Erfahrungen klar; denn eine Kanonenkugel übt eine ungleich gröſſere Gewalt aus, als eine Flintenkugel, wenn gleich der Flintenkugel durch Hilfe des Pulvers eben die Geſchwindigkeit beigebracht wird, als der Kanonenkugel. Wir haben hier alſo das vorige Verhältniß,

hältniß, aber umgekehrt. Vorhin hatte von zween Körpern von gleicher Maſſe, derjenige die gróßte Gewalt, der die größte Geſchwindigkeit hatte; izt hat von zween Körpern derjenige die größte Gewalt, der die größte Maſſe hat, wenn beide einerlei Geſchwindigkeit haben. Ein Körper alſo, der noch einmal ſo viel Maſſe hat als ein anderer Körper, richtet folglich auch durch ſeine Bewegung noch einmal ſo viel aus; wenn die Geſchwindigkeit beider Körper gleich iſt. Wäre die Maſſe des erſten dreimal größer, als die Maſſe des andern; ſo würde auch die Gewalt des erſtern dreimal größer ſeyn, als die Gewalt des andern, weil bei dem erſtern dreimal mehr Theile bewegt werden, als bei dem andern. Hieraus iſt alſo klar, daß ſich die Größen der Bewegung wie die Maſſen verhalten, wenn die Geſchwindigkeit, womit ſich die Körper bewegen, einerlei iſt. Das war der andere Fall.

Es ergeben ſich nun überhaupt folgende Fälle:

1) Die Gewalt zweier Körper, oder ihre Wirkung iſt gleich, wenn ſie beide gleiche Maſſen und gleiche Geſchwindigkeit haben.

2) Die Gewalt oder die Wirkung zweier Körper iſt ferner gleich wenn der eine davon, der eine geringere Maſſe hat, mit einer verhältnißmäſig gröſſeren Geſchwindigkeit ſich bewegt. Umgekehrt iſt endlich

3) die Gewalt oder Wirkung zweier Körper gleich, wenn der eine davon, der weniger Geſchwindigkeit hat, verhältnißmäſig deſto mehr Maſſe beſizt.

Die vervielfältigte Vermehrung der Gewalt oder Wirkung eines Körpers aber, richtet ſich nach folgenden Geſezen. — Z. B. Eine Kugel von einem Pfunde welche in einer Sekunde 10 Schuh weit geht, hat eine gewiſſe Wirkung, oder übt eine gewiſſe Gewalt aus, die wir Eins nennen wollen. Eine andere Kugel aber die 2 Pfund, oder noch einmal ſo viel Maſſe, und 20 Schuh

oder noch einmal ſo viel Geſchwindigkeit hat, übt nicht eine doppelte, ſondern eine vierfache Gewalt aus, das heißt ihre Wirkung vervielfältigt ſich wie die Maſſe und die Geſchwindigkeit. Eine dreipfündige Kugel, mit einer dreimal gröſſern Geſchwindigkeit hat endlich eine 9 mal gröſſere Gewalt, u. ſ. w. Die Wirkungen der Körper, die weder einerlei Geſchwindigkeit noch einerlei Maſſe haben, verhalten ſich wie ihre Geſchwindigkeiten und Maſſen zugleich, oder wie die Producte, welche entſtehen, wenn man die Geſchwindigkeit mit der Maſſe multipliciret.

Um uns nun von dem Werthe und Vortheilen noch mehr zu überzeugen, welche die Kenntniß der Geſetze der Bewegung gewähren, wollen wir das bisher Geſagte auf einige allgemeine Erfahrungen gründen, und die Beiſpiele dazu aus dem alltäglichen Leben wählen.

Der Schmidt nimmt ein Stück Eiſen, und um daraus ein Werkzeug zu ſchmieden, macht er es vorher glühend, und dadurch zugleich weicher. Je gröſſer das Stück iſt, einen deſto gröſſern Hammer nimmt er auch dazu. Im Anfange holt er weit aus und ſeine Schläge ſind geſchwind. Wenn aber das Stück bald fertig iſt, dann ſchlägt er ganz ſachte, und nimmt gewöhnlich auch leichtere Hämmer. Der Schmidt handelt hierbei nach den eben erklärten Regeln der Bewegung und der Wirkung der Körper, ohne daß er im Stande iſt, dieſe Regeln ſelbſt anzugeben.

Der Holzhauer verfährt nach den nämlichen Geſetzen; aber wir würden ihn vergeblich um die Gründe und Regeln fragen, nach welchen er bei ſeiner Arbeit zu Werke geht. Er nimmt ein großes Scheit Holz vor ſich; weil er aber nur Eine Axt hat, ſo muß er die Gewalt der Maſſe durch die Geſchwindigkeit der Bewegung erſetzen. Er holt alſo höher aus, und hauet, wie er meint, mit verdoppelten Kräften, eigentlich aber nur mit verdoppelter Geſchwin-

ſchwindigkeit: und dadurch erſezt er das, was der Axt an der erforderlichen Gröſſe und Schwere fehlt. Es iſt nicht nöthig, mehr darüber zu ſagen, und mehrere ähnliche Beiſpiele anzuführen.

Aber etwas länger müſſen wir uns bei einer Maſchine verweilen, die ſo bekannt als gewöhnlich iſt, und deren Gebrauch ſich ganz auf die angeführten Säze gründet, daher auch leicht aus denſelben erklären läßt. Dieſe Maſchine iſt der Hebel, worunter man im gemeinen Leben eine eiſerne oder hölzerne Stange verſteht, vermittelſt welcher man große Laſten ſehr leicht hebt. In der Sprache der Mathematik, und beſonders der Mechanik, heißt ein Hebel eine ſteife Linie, an der ſich drei verſchiedene Punkte gedenken laſſen, nämlich einer, auf welchen ſie ruht, und zwei andere, auf welche entgegengeſezte Kräfte wirken. Wir wollen uns vorſtellen, die Linie A. B. fig. 6. ſey ein ſolcher Hebel, oder Linie, welche in c. auf einer Unterlage ruhe, und ſich um dieſem Punkte bewegen laſſe; wir wollen ferner annehmen, daß an den Punkten A. und B. gewiſſe Kräfte angebracht wären. Wenn nun dieſer Hebel um den Punkt c. dergeſtalt bewegt würde, daß er nunmehr in die Lage D. C. E. käme; ſo würde ſich der Punkt B. durch den Bogen B. E, und der Punkt A. durch den Bogen A. D. bewegen. Wäre nun der Punkt B. ſechsmal weiter von dem Ruhepunkte c. entfernt, als der Punkt A, ſo müßte nach geometriſchen Grundſäzen der Bogen B. E. auch ſechsmal gröſſer ſeyn, als der Bogen A. D. Da nun dieſe Bewegung der beiden Kräfte B. und A. in einerlei Zeit geſchiehet, ſo müſſen zu Folge des oben Seite 59. angegebenen zweiten Falles ſich ihre Geſchwindigkeiten verhalten, wie die Bogen B. E. und D. A; weil dieſes die Räume ſind, durch welche ſie ſich bewegen. In dieſem angenommenen Falle würde alſo die Kraft B. eine ſechsmal gröſſere Geſchwindigkeit, und folglich auch ſechsmal mehr Gewalt haben, als die Kraft A, wenn beide Kräfte von einerlei Gröſſe angenommen werden. Nun wollen wir ſezen,

zen, der viereckigte Körper bei A. D. ſey 10 Centner ſchwer; ſo würde eine Gegenkraft, die ſechsmal leichter wäre, mit jener das Gleichgewichte halten: d. i. $1\frac{2}{3}$ Centner. Um den Körper A. D. zu heben, braucht es alſo nur etwa eine Kraft von 2 Centnern.

Unſere Handwerker geben uns faſt täglich von der Richtigkeit dieſes Satzes Beweiſe, ob ſie gleich, ſo wie überhaupt die wenigſten Menſchen, die Geſetze kennen, nach welchen ſie handeln.

Ich werde künftig noch einmal Gelegenheit haben, vom Hebel zu ſprechen: unterdeſſen will ich, in Ermangelung eines augenſcheinlichen Verſuchs, wozu mir Zeit und Sachen fehlen, das was ich oben von den Kräften und Wirkungen der bewegten Körper geſagt habe, durch eine Zeichnung zu verſinnlichen ſuchen. Es wird nicht ſchwer ſeyn, das Experiment ſelbſt nach der Beſchreibung anzuſtellen.

Dazu dienet nun die 7te Figur. — Hier ſind 6 glatte bleierne Kugeln in einer gewiſſen Höhe an dünnen Fäden aufgehangen, und zwar ſind die erſtern 4 von einerlei Grösſe und Gewicht, z. E. jede 2 Loth ſchwer; die leztern zwei ſind etwas grösſer, die Kugel E. iſt noch einmel ſo ſchwer, und alſo 4 Loth, und die Kugel F. wiegt 6 Loth. G. und H. ſtellt eine weiche Maſſe, z. B. einen Thon oder feine Hafnererde vor, welche ohngefähr einen reichlichen Zoll dick, glatt aufgeſtrichen iſt.

Mit dieſer Vorrichtung ſtellet man nun folgendes Experiment, entweder mit allen Kugeln zugleich, oder mit jeder einzeln nach und nach an. — Nämlich: die Kugel A, nachdem man ſie mit etwas Oel beſtrichen, hängt man über der weichen Thonmaſſe in einer gewiſſen Höhe, etwa von 3 Fuß, auf, ſchneidet ſodann den Faden vorſichtig durch (am beſten iſts, man brennt ihn mit einem Wachslichte ab) damit die Kugel gerade auf den Thon fällt, in welchen ſie einen gewiſſen Eindruck, der in

der

der Abbildung mit a. bezeichnet iſt, machen wird. Nachdem man die Kugel vorſichtig aus dem Thon herausgehoben, gieſſet man die Höhlung mit zerlaſſenem Wachs aus, läßt dieſes hart werden, nimmt es heraus, und legt es bei Seite. Dann nimmt man dieſe nämliche Kugel, oder eine andere von gleicher Gröſſe, hängt ſie abermals an einen Faden, und zwar noch einmal ſo hoch auf, welches hier durch die Kugel B. vorgeſtellet iſt, läßt ſie wieder herabfallen, und gieſſet die kleine Grube, die izt aber noch einmal ſo tief ſeyn wird, als die vorige, ebenfalls mit Wachs aus. Endlich hängt man zum drittenmal dieſe, oder eine gleich ſchwere Kugel 3mal ſo hoch, oder in einer Höhe von 9 Fuß auf, und läßt ſie herabfallen. Dies iſt durch die Kugel C. vorgeſtellt. Nachdem das Wachs in der Grube c. hart geworden, wiegt man nun endlich alle drei Stückchen; und ſo wird man finden: daß das Gewichte des Wachsklümpchens aus der Grube c. dreimal, das aus der Grube b. zweimal ſo ſchwer iſt, als das aus der Grube a., und hieraus beſtättiget ſich alſo der oben, Seite 58. angegebene Satz, daß die Gröſſen der Bewegung oder die Wirkungen ſich verhalten, wie die Geſchwindigkeiten, womit ſich die Körper bewegen, wenn die Maſſen der Körper gleich ſind.

Eine und eben dieſelbe Kugel alſo, oder welches gleich viel iſt, 3 Kugeln von gleicher Gröſſe und Maſſe machen alſo in dem Thone 3 Gruben, welche ſich in Anſehung ihrer Gröſſe eben ſo verhalten, wie die Höhen, aus welchen ſie herabfallen, folglich gerade ſo, wie die Geſchwindigkeiten, womit ſie die Thonmaſſe erreichen. (Von den Verhältniſſen der Geſchwindigkeiten der Körper, wenn ſie aus immer gröſſern Höhen herabfallen, werden wir weiter hin mehr Erfahrungen machen. — Nun wieder zu unſerm Experiment.)

Man hänge alſo wieder eine von den vorigen 2löthigen Kugeln auf die oben beſchriebene Art, und nachdem man

man ſie mit Oel beſtrichen, an einen Faden, über eine glatt geebnete Thonmaſſe, und zwar z. B. 3 Fuß hoch über derſelben auf. (fig. 7, D.) Nachdem man ſie hat herabfallen laſſen, die Grube mit Wachs ausgegoſſen, und die Thonmaſſe wieder eben gemacht worden, hänge man die 4löthige Kugel E. in gleicher Höhe, und endlich, wenn die vorigen Vorrichtungen geſchehen ſind, auch die 6löthige Kugel F. in der nämlichen Höhe auf. Wiegt man nun das Stückchen Wachs aus der Grube f, ſo wird man ſolches 3mal ſchwerer als das, aus der Grube e, und dieſes 2mal ſchwerer, als das Wachs aus der Grube d. finden. Und dieſes dienet denn abermals zu einem Beweiſe des Satzes: daß ſich die Wirkungen der Körper genau ſo verhalten, wie die Gewichte oder Maſſen derſelben, wenn ſie ſich mit einerlei Geſchwindigkeit bewegen. Sezt man den Verſuch fort, und läßt z. B. die Kugel E. aus einer doppelten Höhe, nämlich 6 Fuß, fallen: ſo wird das Wachsklümpchen 4mal ſchwerer befunden werden, als das von der Kugel D; nach Maasgabe des Satzes (Seite 60.) Die Wirkungen der Körper, die weder einerlei Geſchwindigkeit, noch einerlei Maſſe haben, verhalten ſich wie ihre Geſchwindigkeiten und Maſſen zugleich, oder wie die Producte, welche entſtehen, wenn man die Geſchwindigkeit mit der Maſſe multiplicirt.

Ich will hier nur noch anmerken, daß dieſer Verſuch mit vieler Accurateſſe angeſtellt werden muß, und beſonders muß die Thonmaſſe, wenn man nicht alle Kugeln zu gleicher Zeit herabfallen läßt, einmal wie das andere von gleicher Beſchaffenheit ſeyn, weil ſonſt die Wachsgüſſe ungleich werden.

Es iſt ein gewiſſes, aber ſehr zuverläßiges Geſetz in der Natur, das Geſetz des zureichenden Grundes: Nichts geſchiehet ohne Urſache: und wo wir eine Wirkung ſehen, müſſen wir nothwendig auch auf eine Urſache ſchlieſen, und zu der Folge müſſen wir uns allemal einen Grund denken. Aber das folgt freilich noch nicht daraus, daß wir

den Grund und die Urſache jedesmal deutlich einſehen, wenn wir gleich die Folge und Wirkung kennen, und ſo umgekehrt.

Auf dieſen Saz, der ſo richtig iſt, daß ihn Niemand in Zweifel und Widerſpruch ziehen kann, gründet ſich nun das Folgende, was wir von der Bewegung und Ruhe der Körper zu merken haben.

Eine Kugel, die ſtille liegt oder ruht, muß auch ruhend bleiben. Denn läge eine Kraft der Bewegung in ihr ſelbſt, ſo würde ſie nie geruhet, ſondern ſich immer bewegt haben. Umgekehrt, ein Körper, der ſich bewegt, muß auch immer fortfahren ſich zu bewegen. Denn läge die Kraft der Ruhe in ihm ſelbſt, ſo würde er ſich nie bewegt, ſondern immer geruhet haben; vorausgeſezt, daß in beiden Fällen keine äuſſere Kraft auf den ruhenden oder bewegten Körper wirke.

Daraus, und aus den Erfahrungen: daß durch die wirkende und widerſtehende Kraft der Körper, bei einerlei Umſtänden, immer einerlei Veränderungen hervorgebracht werden, hat man gewiſſe Regeln gezogen, nach denen die Bewegungen der Körper erfolgen, und dieſelben Geſetze der Bewegung genannt.

Newton, den wir ſchon kennen, hat folgende drei Regeln, welche die allgemeinſten Geſetze der Bewegung enthalten, angegeben, und die meiſten Naturforſcher folgen ihm hierinnen noch heut zu Tage. Dieſe Regeln ſind:

1) Ein jeder Körper verharret in demjenigen Zuſtande, in welchem er ſich befindet, ſo lange, bis er von einer äuſſern Urſache genöthiget wird, denſelben zu verändern. Wenn er alſo ruhet, ſo muß er beſtändig ruhen, bis eine Kraft auf ihn wirket, die eine Bewegung hervorbringen kann. Iſt er aber in Bewegung; ſo muß er fortfahren, ſich mit einerlei Geſchwindigkeit und nach einerlei Richtung ohne Aufhören zu bewegen, wofern

 nicht

nicht durch eine andere Kraft in ſeiner Bewegung eine Aenderung hervorgebracht wird.

2) Eine jede Veränderung der Bewegung eines Körpers iſt der Kraft, von welcher ſie hervorgebracht wird, proportionirt, und geſchiehet nach der Richtung, nach welcher die Kraft auf den Körper wirket.

3) Die Wirkung und Gegenwirkung eines Körpers ſind allemal gleich.

Wenn ruhende Körper bewegt werden: ſo ſagen wir alſo, daß Kräfte da ſeyn müſſen, welche dieſe Bewegung hervorbringen. Was aber dieſe Kräfte eigentlich ſind; das iſt eine andere Frage, die dem Menſchen bis daher noch nicht geglückt iſt, und auch wohl nie gelingen wird, gründlich zu beantworten. Wir bemerken nur die Wirkungen, und die Urſachen dieſer Wirkungen belegen wir mit dem Namen Kraft; das Weſen der Kraft ſelbſt aber kennen wir nicht.

Wir laden Pulver und Kugel in ein Gewehr; wenn ſich das Pulver entzündet, ſo treibt es die Kugel aus dem Geſchütz. Hier liegt alſo die Urſache der Bewegung der Kugel in dem Pulver, und wir nennen dieſes die Kraft. Unterſuchen wir nun Urſache und Wirkung genauer: ſo finden wir die leztere in der plözlichen und gewaltſamen Exploſion des Schießpulvers. — Gehen wir noch weiter: ſo wiſſen wir zwar wohl, daß dieſes Pulver aus Salpeter, Schwefel und Kohlen beſtehet, und daß aus dieſen Materien, wenn ſie ſich entzünden, einige Luftarten plözlich entwickelt werden, welche gedachte Exploſion verurſachen. Fragen wir aber nun, warum dieſe Luftarten ſolches thun? — Ja — dann fehlt die gründliche Antwort. Kennen wir alſo wirklich die Kraft, welche die Kugel aus dem Geſchütz treibt? — Nein! —

Wir ſehen, wie das Waſſer ein Rad umtreibt; wir kennen alſo die Kraft, und ſie liegt in der Schwere des

Waſſers.

Waſſers. Kennen wir aber die Schwere genau, was ſie eigentlich ſey? —

Wenn wir den Ball auf dem Billard, oder die Kugel zum Kegeln fortſtoßen: ſo iſt offenbar unſer Wille die erſte Urſache dieſer Bewegung, weil er erſtlich unſern Arm, dieſer aber die Kugel ſofort in Bewegung ſezt. Was iſt aber der Wille? — Die Kraft der Seele etwas zu wollen oder nicht zu wollen. — Wiſſen wir es nun? — —

Laſſen Sie uns alſo die vergebliche Mühe erſparen, das Weſen der Kräfte zu erforſchen. — Wir wiſſen doch, was wir unter dieſem Worte verſtehen: nämlich die Urſache, die etwas hervor bringt. —

Die Urſache alſo, welche Bewegung und Ruhe hervorbringt, nennt man Kraft; alſo wird man auch ſagen müſſen: jede Urſache, welche die ruhenden Körper in Bewegung, die bewegten hingegen in Ruhe ſezt, oder auch nur die Geſchwindigkeit und Richtung derſelben verändert, iſt eine Kraft; weil jede Bewegung, jede Ruhe, jede Veränderung der Geſchwindigkeit, und jede Abweichung vom geraden Wege nichts anders als eine Wirkung iſt, wozu allemal eine Kraft erfordert wird.

Urſachen und Kräfte, wovon man täglich reden hört, ohne daß man allemal weiß, was darunter verſtanden wird, ſind mithin vollkommen einerlei Dinge; denn jede Kraft iſt eine Urſache gewiſſer Wirkungen oder Veränderungen, die in der Welt vorgehen, oder jede Urſache der Veränderungen, die ſich in der Welt ereignen, kann folglich eine Kraft genannt werden.

Darinnen aber, daß einige Materien und Körper in Bewegung, andere in Ruhe geſezt werden, darin, daß einige ihre Geſchwindigkeit, andere ihre Richtung alle Augenblicke verändern — darin beſtehen alle Begebenheiten, die ſich in dieſer Welt ereignen; ja unſere Seele, die dieſes alles wahrnimmt, iſt ſelbſt eine Kraft, und kann, gleich andern Kräften, Bewegung und Ruhe, ver-

ſchiedene Geſchwindigkeit und Richtung in den Körpern bewirken, ſo wie dergleichen auch täglich bewirkt, wie jedem ſeine eigene Erfahrung lehrt. Wenn alſo Bäume, Blumen, Metalle, Menſchen, Blitze, Regen, Regenbögen, Nordlichter, Sturmwinde, Erdbeben, Gedanken, Thaten, Erdkugeln, Welten u. ſ. w. entſtehen und vergehen: ſo geſchieht dieſes alles durch Bewegungen, die von Kräften bewirkt werden, die uns Sterblichen meiſtens unbekannt ſind.

Wer aber die Geſetze, nach welchen ſich die Kräfte in ihren Wirkungen richten, kennen lernt, der kann ſich viele Naturbegebenheiten, die für den Unwiſſenden ewige Geheimniſſe bleiben, leicht erklären, und ſie zu ſeinen Nutzen anwenden; wenn er gleich das innere Weſen der urſprünglichen Kräfte nicht gehörig zu begreifen fähig iſt.

Vierte Vorleſung.

Forſetzung von der Bewegung.

Das erſte allgemeine Geſez der Bewegung, welches ich Ihnen in meiner vorachttägigen Vorleſung vorzutragen die Ehre hatte, war: daß ein jeder Körper unaufhörlich in dem Zuſtande verbleibt, in welchem er ſich befindet, wenn nicht eine äuſſere Kraft eine Veränderung ſeines Zuſtandes bewirkt. — Ruht alſo ein Körper, ſo muß er beſtändig ruhen, und bewegt er ſich, ſo muß er ſich unaufhörlich bewegen.

Der erſte Satz in dieſem Geſetze wird Ihnen ſehr einleuchtend ſeyn; denn er wird zu ſehr durch die Erfahrung beſtättigt. Eine Kugel, ein Stein, ein jeder Körper, der auf einer Stelle liegt, bleibt gewiß liegen, wenn er nicht durch äuſſere Kräfte von der Stelle gebracht, und alſo bewegt wird. — Wir finden ſo nach keine Schwierigkeit, die Richtigkeit dieſes Satzes — wenn ein Körper einmal ruht, ſo muß er immer ruhen — anzuerkennen. Wir können uns auch nicht vorſtellen, daß der ruhende Körper eine Kraft zur Bewegung in ſich ſelbſt haben ſollte; denn hätte er die, ſo würde er — wie ich ſchon vor 8 Tägen ſagte — gar nicht in Ruhe gekommen ſeyn, ſondern ſich immerfort bewegt haben, und noch bewegen. Wir wollen uns nicht länger dabei verweilen, ſondern nun zum zweiten Satze übergehen.

Wenn ein Körper einmal in Bewegung iſt: ſo muß er dieſe Bewegung in gleicher Geſchwindigkeit, und nach der nämlichen Richtung ohne Aufhören fortſetzen, nach welcher er den erſten Stoß der Bewegung erhalten hat. —

Was nun vorhin galt, das gilt jezt wieder: wo keine Urſache da iſt, da kann auch keine Wirkung erfolgen. So wenig alſo ein Körper der in Ruhe iſt, ſich von ſich ſelbſt zu bewegen anfangen kann; ſo wenig kann auch ein Körper, wenn er einmal in Bewegung iſt, anfangen in ſeiner Bewegung nachzulaſſen, die Richtung ſeiner Bewegung zu ändern, oder endlich ganz ſtille zu ſtehen, wofern nicht eine äuſſere Kraft auf ihn wirket, und ſeine Bewegung hindert, oder ihr eine andere Richtung giebt.

Wider dieſen Saz ſcheint nun die Erfahrung gewaltig zu ſtreiten, denn wir kennen keinen Körper der eine unaufhörliche Bewegung hätte, — wenn wir die Himmelskörper davon ausſchlüſſen.

Wenn ich dem ruhenden Balle auf dem Billard einen Stoß gebe, und er anfänglich davon läuft, hernach aber hin und wieder an die Bande ſtößt, und zulezt ruhig wird: ſo bin ich die bewegende, das Billard hingegen iſt die widerſtehende Kraft; indem es ihn durch ſeine Rauhigkeit und Weiche, wie auch durch die öftern Eindrücke, die er an den Banden macht, allmälig in ſeinem Laufe aufhält.

Nun werden Sie mir einwerfen: wozu braucht es eine widerſtehende Kraft, der Ball müßte ja doch nach öftern Anſtoßen an die Banden von ſelbſt ruhig werden, wenn auch gleich das Billard noch ſo groß, und ſamt ſeinen Banden vollkommen ſpiegelglatt wäre?

Allein das iſts eben, was demohngeachtet nicht geſchehen könnte, wenn keine Urſache, keine widerſtehende Kraft da wäre, welche ihn in ſeinem Laufe hindert; denn noch einmal wo keine Urſache iſt, da kann keine Wirkung ſeyn: wenn ein Ball in Bewegung iſt; ſo muß er unaufhörlich in Bewegung bleiben; wenn ſeine Bewegung nicht durch eine widerſtehende Kraft aufgehalten wird. Der Ball auf dem Billard würde alſo mit unveränderter Geſchwindigkeit ohne Aufhören hin und her laufen, wenn

er weder von den Unebenheiten und rauhen Faſern des Billards, noch von der Luft, noch von andern widerſtehenden Dingen daran gehindert würde.

Könnte man alle Luft von der Erde hinweg nehmen, und einen vollkommen glatten Weg rings um ihre Oberfläche herum legen, einen Weg, der weder über einen Hügel noch durch ein Thal gebahnt wäre, ſondern allenthalben der eigentlichen Krümmung der Erdkugelfläche folgt: ſo würde ein vollkommen glatter Billardball auf dieſer Bahn in alle Ewigkeit mit gleicher Geſchwindigkeit herum rollen, wenn er darauf gelegt worden, und einen Stoß erhalten hätte.

Nun freilich läßt ſich dieſer Satz nicht durch die Erfahrung erweiſen und beſtätigen, weil keine menſchliche Kunſt weder die Luft von der Erde hinwegſchaffen, noch eine ſolche beſchriebene Bahn um dieſelbe legen kann. Und, wie ich ſchon geſagt habe, auf der Erde treffen wir überhaupt keinen Körper an, der eine ununterbrochene Bewegung hätte. Daß es dennoch aber da, wo keine widerſtehende Kräfte ſind, nämlich in dem unermeßlichen Himmelsraume, Körper gebe — worunter denn auch unſere Erde gehöret, welche in unaufhörlicher Bewegung begriffen ſind, und die Bewegung mit gleicher Geſchwindigkeit noch fortſetzen, welche ihnen der Allmächtige bei ihrem Entſtehen gab, das lehret die Aſtronomie. Dort in jenem Himmelsraume giebt es keine rauhen Unebenen, dort iſt keine ſolche Luft und keine andere Materie, die eine merkliche widerſtehende Kraft äuſſerte. Folglich müſſen ſich dort die Körper mit unverminderter Geſchwindigkeit bewegen, wenn ſie einmal einen Stoß erhalten haben.

Indeß, wenn wir uns gleich von der Richtigkeit des vorgetragenen Satzes nicht durch ſinnliche Wahrnehmungen überzeugen können: ſo iſt ſie nichts deſto weniger gewiß; denn ſie beruhet auf dem unumſtößlichen, ſchon oft angeführtem Grunde: daß nichts in der Welt, weder Bewegung noch Ruhe, noch irgend eine durch dieſe beide

 her-

hervorgebrachte Veränderung der Körper ohne vorhergehende Urſachen geſchehen könne. Alſo: wenn ein Körper einmal ruht, ſo muß er ewig fortfahren zu ruhen, und wenn er in Bewegung iſt; ſo muß er ewig fortfahren ſich zu bewegen, wofern er nicht durch eine bewegende oder widerſtehende Kraft genöthiget wird, ſeinen Zuſtand zu verändern.

Wir kommen nun zur nähern Erklärung des 2ten und 3ten allgemeinen Geſetzes der Bewegung. Das Erſtere davon iſt: Eine jede Veränderung der Bewegung eines Körpers iſt die Kraft, von welcher ſie hervorgebracht wird proportionirt, und geſchiehet nach der Richtung, nach welcher die Kraft auf den Körper wirkt.

Dieſer Satz iſt ſehr leicht und deutlich: denn es ergiebt ſich von ſelbſt, daß, weil die Kraft die Urſache der Bewegung iſt, auch die Wirkung der Kraft, nämlich die Bewegung ſelbſt, deſto größer oder kleiner ſeyn muß, je nachdem die wirkende Kraft größer oder kleiner iſt. Weil ferner eine Kraft nach einer gewißen Richtung in einen Körper wirket; ſo iſt eine Urſache von der Bewegung nach der Richtung dieſer Kraft vorhanden. Die Bewegung muß daher nothwendig nach der geraden Linie erfolgen, nach welcher die Kraft in den Körper wirket; weil ſonſt, wenn ſie nach einer andern Richtung erfolgte, etwas geſchehen würde, wozu keine Urſache da wäre.

Das dritte allgemeine Geſetz war: Die Wirkung und Gegenwirkung eines Körpers ſind allemal gleich. Dieſer Satz iſt etwas ſchwerer zu verſtehen, und erfordert alſo eine deutlichere Erklärung.

Es kommt hierbei vorzüglich darauf an, daß man ſich einen richtigen Begriff von der Gegenwirkung mache, und die Wirkung eines Körpers überhaupt, von ſeiner Wirkung in einen andern Körper gehörig unterſcheide. Natürlich iſt die Wirkung eines Körpers überhaupt, der Gegenwirkung nicht immer gleich, ſondern nur derjenige

Theil

Theil derſelben, womit er in einen andern Körper wirkt, und dieſer Einwirkung iſt die Gegenwirkung allemal gleich, und ſo umgekehrt.

Ein Körper kann nur deswegen in den andern wirken, weil ihm der andere widerſteht. Denn ſollte er ihm gar nicht widerſtehen, ſondern ausweichen, ſo würde alle Wirkung deſſelben unmöglich ſeyn; wie leicht einzuſehen iſt.

Der Widerſtand eines Körpers iſt alſo der Grund, warum ein anderer Körper in ihn wirken kann, und dieſe Wirkung kann daher nicht mehr betragen, als der Widerſtand desjenigen Körpers beträgt, in welchen gewirket wird: und im Gegentheil kann auch kein Körper einen gröſſern Widerſtand leiſten, als die Kraft der Einwirkung in ihn ſelbſt iſt; weil ſich ſonſt keine Kraft angeben ließe, welcher er widerſtehen ſollte.

Es iſt alſo nun begreiflich, daß die Wirkung eines Körpers in einen andern Körper, und der Widerſtand dieſes Körpers, oder ſeine Gegenwirkung nothwendig gleich ſeyn müſſe. Sind aber die Kräfte zweyer Körper gleich: ſo findet gar keine Wirkung ſtatt. Wenn z. B. in einer Waagſchale eine Laſt von 5 Pfunden, und in der andern ein Gewicht von 5 Pfunden liegt: ſo hört die Wirkung des einen Körpers in den andern auf, die Kräfte ſind einander gleich, und die Waage ſteht ſtille. — Wenn ein Pferd, das nicht mehr als 600 Pfund zu ziehen im Stande iſt, an einen Wagen geſpannt wird, der eben ſo ſchwer iſt: ſo wird das Pferd den Wagen nicht ziehen. In dieſem Falle ſind alſo die Kräfte einander gleich, und darum kann keine Wirkung erfolgen. Zieht es ihn aber; ſo wendet es eine Kraft an, die gröſſer iſt als 600 Pfund. Man muß alſo Gleichheit der Kräfte von der Gleichheit der Wirkungen wohl unterſcheiden, wenn man bei Beurtheilung dieſes Satzes ſich nicht verirren will.

Eine merkwürdige Veränderung in der Geſchwindigkeit und Richtung der Bewegung eines Körpers trägt ſich zu, wenn derſelbe aus der Luft in eine andere flüſſige Materie,

welche dichter iſt als die Luft, z. E. ins Waſſer ſich bewegt. Dringt er in einer ſenkrechten Linie in die flüſſige Materie ein, ſo behält er zwar ſeine Richtung, verliert aber an ſeiner Geſchwindigkeit. Dringt er aber nach einem ſchieſen Winkel ein; ſo wird nicht nur ſeine Geſchwindigkeit vermindert, ſondern auch ſeine Richtung verändert. Eben dieſes geſchiehet, wenn er aus einer dichtern flüſſigen Materie in eine dünnere übergehet. Dieſe Veränderung der Richtung wird die Refraction genannt. Wir übergehen aber hier das Weitere, weil wir uns bei einer andern Gelegenheit weitläuftiger davon unterhalten werden.

Die Schwere, eine überaus merkwürdige, und nicht ganz zu ergründende Eigenſchaft der Körper, von der ich künftig ſprechen werde, iſt eine von den Haupturſachen der Bewegung. Daß aber ein Körper, welcher ſich bewegt, einen andern ruhenden Körper in Bewegung ſetzen kann, iſt eine allgemein bekannte Sache, obgleich die Art und Weiſe dieſer Mittheilung der Bewegung ein unerforſchliches Geheimniß iſt. Es geht uns hier, wie ich oben von den Kräften ſagte; wir kennen die Urſachen, aber das Weſen der Kräfte ſelbſt iſt uns verborgen: wir kennen die Geſetze der Mittheilung der Bewegung; aber dieſe Mittheilung ſelbſt iſt ein Geheimniß der Natur, in welches noch kein Naturforſcher mit aller Scharfſichtigkeit hat eindringen können. Doch glücklich ſind wir, daß wir die Geſetze kennen, die uns ſo wichtige Vortheile leiſten; die Kräfte ſelbſt genau zu verſtehen, würde vielleicht für uns Sterbliche weniger Nutzen haben. Aber deſto verehrungswürdiger muß uns nun der Herr der Natur ſeyn, der ſo unendlich über unſern Verſtand erhaben iſt. —

Was nun die Geſetze und Regeln betrift, nach denen ſich die Mittheilung der Bewegung richtet, dieſe wollen wir izt durchgehen.

Voraus müßen wir erſt den Unterſchied der Körper, oder ihre gewöhnliche Eintheilung in elaſtiſche und unelaſtiſche kennen; weil ſich darnach die Verſchiedenheit der Eintheilung der Bewegung richtet.

Es

Es giebt nämlich unter den Körpern einige, die ſich drücken und biegen laßen, und nachdem der Druck aufhöret, ihre vorige Figur und Geſtalt von ſich ſelbſt wieder annehmen. Dieſe Kraft, welche man bei dem Stahl, Fiſchbein, Elfenbein und andern, auch flüſſigen Körpern, beſonders bei der Luft in einem ſehr merklichen Grade antrift, wird die Elaſticität oder Schnellkraft, und die damit begabten Körper elaſtiſch genannt. Was nicht elaſtiſche Körper ſind, weiß man nun ſchon.

Bei der Experimentalphyſik pflegt man gewöhnlich zu den Verſuchen mit unelaſtiſchen Körpern naſſe Thonkugeln, und zu den mit elaſtiſchen elfenbeinerne Kugeln zu nehmen.

Wir fangen mit den Geſetzen und Regeln der Mittheilung der Bewegung bei den unelaſtiſchen Körpern an; und zwar iſt das erſte Geſetz:

Wenn ein unelaſtiſcher Körper, welcher ſich bewegt, an einen andern unelaſtiſchen aber ruhenden Körper anſtößt; ſo wird die Geſchwindigkeit des erſten, unter beide, nach dem Verhältniß der Maſſe getheilt.

Z. E. Es ſtoße eine weiche Thonkugel an eine andere ruhende an, die eben ſo ſchwer iſt, und folglich eben ſo viel Maſſe enthält; ſo werden nunmehr beide zuſammen ſich nach der Richtung der erſtern Kugel bewegen, aber nur mit einer halb ſo großen Geſchwindigkeit, als vorher die Geſchwindigkeit der anſtoßenden geweſen iſt: weil die bewegende Kraft in dieſem Falle nach dem Anſtoße noch einmal ſo viel Maſſe bewegen muß. — Hätte ſich alſo die erſtere Kugel in dem 60ſten Theil einer Minute, d. i. in einer Secunde durch einen Raum von 10 Schuhen bewegt: ſo würden beide Kugeln nach dem Anſtoſſe 2 Secunden zu eben ſo viel Schuhen brauchen: oder umgekehrt, würden beide in dem Zeitraum von 1 Secunde, wo die erſtere 10 Schuh durchlief, nunmehro nur 5 Schuh miteinander durchlauffen.

Hat die bewegte Kugel nur halb ſo viel Maſſe als die ruhende; ſo beträgt die Geſchwindigkeit, womit ſich beide

beide zuſammen nach dem Anſtoße bewegen, nur den dritten Theil von der Geſchwindigkeit, welche die erſte Kugel vor dem Anſtoſſe hatte; weil nunmehr die bewegende Kraft dreimal ſo viel Maſſe, als vorher, bewegen muß. Wäre alſo die erſtere Kugel vorher in einer Secunde 15 Schuh weit gelaufen, ſo werden beide Kugeln nach dem Anſtoſſe zu dieſem Wege 3 Secunden brauchen: oder umgekehrt, wenn die erſte Kugel vor dem Anſtoſſe in einer Secunde 15 Schuh weit gelauffen wäre, ſo werden beide nach dem Anſtoſſe in der nämlichen Zeit nur 5 Schuh weit gehen.

Hat aber umgekehrt, die bewegte Kugel noch einmal ſo viel Maſſe, als die ruhende; ſo beträgt die Geſchwindigkeit, womit ſich beide zuſammen nach dem Anſtoſſe bewegen $\frac{2}{3}$ von der Geſchwindigkeit der anſtoßenden Kugel; weil die Maſſe alsdann nur um den dritten Theil vermehrt, und folglich die Geſchwindigkeit um eben ſo viel vermindert wird.

Wäre alſo die erſtere Kugel in 2 Secunden 20 Schuh weit gegangen, ſo würden beide nach dem Anſtoſſe 3 Secunden zu dieſem Wege brauchen: oder umgekehrt: wenn die erſtere Kugel vor dem Anſtoſſe in 1 Secunde 15 Schuh weit gegangen wäre, ſo würden beide zuſammen, nach dem Anſtoſſe in der nämlichen Zeit nur 10 Schuh durchlaufen.

Die zwote Regel iſt: Wenn zwei unelaſtiſche Körper, die ſich beide nach einerlei Richtung, aber mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen, aneinander ſtoſſen; ſo fahren beide Körper nach dem Anſtoße fort, ſich miteinander zu bewegen: und zwar beträgt ihre Geſchwindigkeit mehr, als die Geſchwindigkeit desjenigen, der eingeholet wird, aber weniger, als die Geſchwindigkeit desjenigen, der ihn einholet. Uebrigens wird ihre Geſchwindigkeit eben ſo wie bei dem vorigen Geſetze der Bewegung, nach dem Verhältniß der Maſſen beſtimmt.

Wir

Wir wollen z. B. Kugeln von einerlei Schwere, d. i. von gleicher Maſſe annehmen, und derjenigen, welche eingeholet wird, 3 Grad, der andern Kugel aber 9 Grad Geſchwindigkeit geben; ſo werden ſich beide Kugeln zuſammen nach dem Anſtoße mit 6 Grad Geſchwindigkeit bewegen. Denn weil die Maſſen beider Kugeln gleich ſind: ſo können beide durch 1 ausgedruckt werden. Das Moment, oder die Quantität der Bewegung der erſten Kugel wird alſo das Product 1 $\times$ 3, und das Moment der andern Kugel 1 $\times$ 9, und alſo die Summe beider Producte 12 ſeyn. Weil nun nach dem Anſtoße eine doppelte Maſſe bewegt werden muß; ſo wird die Geſchwindigkeit nach dem Anſtoſſe $\frac{12}{2}$, d. i. 6 ſeyn.

Hat aber die langſame Kugel noch einmal ſo viel Maſſe, als die Geſchwinde; ſo bewegen ſich beide zuſammen nach dem Anſtoße nur mit 5 Grade Geſchwindigkeit. Denn in dieſem Falle wäre die Maſſe der langſamen 2, und folglich, weil ihre Geſchwindigkeit 3 ſeyn ſoll, die Quantität ihrer Bewegung 2 $\times$ 3 = 6; die Maſſe der andern Kugel aber 1, ihre Geſchwindigkeit 9, und daher die Quantität ihrer Bewegung 1 $\times$ 9. Da nun beide Producte die Summe 15, und beide Maſſen 3 ausmachen; ſo wird der Quotient $\frac{15}{3}$ das iſt 5, die Geſchwindigkeit anzeigen, womit ſich beide Kugeln nach dem Anſtoß fort bewegen.

Iſt aber endlich umgekehrt die Maſſe derjenigen Kugel, die ſich vor dem Anſtoße mit 9 Grad Geſchwindigkeit bewegt, noch einmal ſo groß, als die Maſſe der langſamen, deren Geſchwindigkeit 3 Grad beträgt; ſo bewegen ſie ſich nach dem Anſtoſſe mit 7 Grad Geſchwindigkeit.

$$2 \times 9 = 18 — 1 \times 3 = 3 — 18 + 3 = 21.$$
$$3 : 21 \,|\, 7.$$

Wenn zwei unelaſtiſche Körper, die gleiche Maſſen haben, und ſich nach entgegengeſezten Richtungen mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen, an einander ſtoßen; ſo kommen beide nach dem Stoße in Ruhe. Sind aber ihre Maſſen ungleich; ſo fahren ſie fort, ſich zu bewegen;

gen; und zwar nach der Richtung desjenigen, welcher die meiſte Maſſe hat; doch mit verminderter Geſchwindigkeit, die nach dem Verhältniſſe der Maſſen beſtimmt wird. Wenn z. E. zwei gleich ſchwere weiche Thonkugeln von entgegengeſezten Seiten mit gleicher Geſchwindigkeit an einander ſtoßen; ſo kommen ſie beide in Ruhe; weil die Größe ihrer Bewegung wegen der Gleichheit der Maſſen und der Geſchwindigkeiten gleich iſt; wegen der entgegengeſezten Richtung aber die eine Bewegung von der andern vernichtet wird.

Sind hingegen die Maſſen der Kugeln, die mit gleicher Geſchwindigkeit einander entgegen kommen, ungleich, iſt z. B. die Maſſe der einen noch einmal ſo groß, als die Maſſe der andern; ſo bewegen ſich beide Kugeln zuſammen nach der Richtung der größern, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, die nur den dritten Theil von derjenigen Geſchwindigkeit beträgt, mit welcher ſie ſich vor dem Anſtoße bewegten.

Haben die Körper gleiche Maſſen, aber ungleiche Geſchwindigkeiten, ſo erfolgt nach dem Anſtoße die Bewegung dieſer Körper nach der Richtung des geſchwindern. Sind aber nicht nur die Maſſen, ſondern auch die Geſchwindigkeiten ungleich; ſo ruhen ſie nach dem Anſtoße; wenn das Product aus der Maſſe in die Geſchwindigkeit bei dem einen Körper ſo viel beträgt, als bei dem andern. Hingegen bewegen ſie ſich, wenn dieſe Producte ungleich ſind, und zwar nach der Richtung desjenigen, deſſen Quantität der Bewegung größer iſt. Beträgt z. B. das Gewicht der einen Kugel 4 Loth, das Gewicht der andern Kugel aber 8 Loth, und die Geſchwindigkeit der erſten 6 Grad, der andern aber 3 Grad; ſo müſſen beide Kugeln nach dem Anſtoße ruhen, weil das Product 4×6, welches die Größe der Bewegung der erſten Kugel anzeigt, eben ſo groß iſt, als das Product 8×3, wodurch die Gröſſe der Bewegung bei der andern Kugel beſtimmt wird.

Hätte

Hätte aber die erſte Kugel, welche 4 Loth wiegt, eine größere Geſchwindigkeit, als vorhin angenommen wurde, z. E. 12 Grad, und die andere, welche 8 Loth wiegt, nur 3 Grad; ſo würde die Bewegung nach der Richtung der vierlöthigen fortgehen; weil ſich die Gröſſe der Bewegung bei der erſten Kugel zu der Gröſſe der Bewegung bei der andern Kugel wie 48 zu 24, d. i. wie zwei zu eins verhält. Denn

Die Kugel von 4 Loth hat eine Geſchwindigkeit von 12 Grad,

d. i. $4 \times 12 = 48$.

Die Kugel von 8 Loth hat eine Geſchwindigkeit von 3 Grad,

d. i. $8 \times 3 = 24$. $\frac{48}{24} \Big| \frac{2}{1}$

Dies ſind denn nun die vornehmſten Geſetze, und die vorzüglichſten Fälle der Mittheilung der Bewegung der unelaſtiſchen Körper. Wir kommen nun zur Betrachtung der Geſetze der Bewegung der elaſtiſchen Körper.

Das erſte Geſetz bei dieſer Art der Mittheilung der Bewegung iſt: Wenn ein bewegter elaſtiſcher Körper an einem andern elaſtiſchen, aber ruhenden Körper von gleicher Maſſe, anſtößt; ſo bewegt ſich der leztere mit der Geſchwindigkeit des erſtern fort, und dieſer kommt in Ruhe.

Man muß ſich hier nicht irre machen laſſen, daß eine Kugel auf dem Billard, wenn ſie an eine andere ruhende angeſtoßen wird, noch einige Zeit ihre eigene Bewegung fortſezt. Dieſes kommt daher, weil eine auf dem Billard fortlaufende Kugel eine doppelte Bewegung hat; denn ſie bewegt ſich nicht nur gegen die ruhende Kugel, ſondern ſie dreht ſich auch in eben der Zeit um ihre Axe: und dieſes iſt die Urſache, daß ſie nach dem Anſtoße ihre Bewegung um ihre Axe noch einige Zeit lang fortſezte. Aber man ſtelle folgenden Verſuch an, ſo wird ſich die Richtigkeit des aufgeſtellten Satzes vollkommen ergeben: Man

hänge

hänge zwei elfenbeinerne Kugeln, die gleich ſchwer ſind, in einer gewiſſen Höhe neben einander. Nun hebe man die eine davon in die Höhe, und laſſe ſie wieder herabfallen; ſo wird man finden, daß die ruhende nach dem Anſtoße ſich mit eben der Geſchwindigkeit fort bewegt, womit jene herabgefallen iſt, und daß dieſe völlig in Ruhe kommt.

Um bei dieſen Verſuch mit möglichſter Genauigkeit zu verfahren, mache man folgenden Apparat, wie er Tab. II, fig. 8. vorgeſtellt iſt. Nämlich, man hänge erſtlich zween elfenbeinerne Kugeln von gleicher Gröſſe und Schwere, ohngefähr in einer Höhe von 4 bis 5 Schuh an ſeidene oder feine Schnüre dergeſtalt neben einander auf, daß ſie ſich ganz leiſe berühren, und ſo zu ſagen, neben einander liegen. Dieſe Kugeln ſind hier A. B. und C. D. die zween Puncte, wo ſie an der Decke befeſtiget ſind. Dann laſſe man ſich zwei etwas breite Stäbe von beliebiger Länge hobeln; ſie müſſen aber ſehr glatt ſeyn, und lege dieſelben ſo neben einander, daß die Kugeln mit ihren Fäden ſich bequem zwiſchen denſelben, ohne anzuſtoßen, hin und her ſchwingen können. Man kann, welches auch noch beſſer iſt, die beiden Stäbe ſo befeſtigen, daß der eine etwas höher als der andere ſtehet; dadurch erlangt man, daß die Fäden deſto ſicherer hin und her gehen. Dann theile man die vordere Seite des einen Stabes in eine beliebige Anzahl Theile, deren jeder die Dicke der Kugel zur Gröſſe hat. In der Mitte, wo die beiden Fäden herunter gehen, ſchreibe man rechts und links o, dann numerire man die Theile rechts zum Unterſchiede von den Theilen links, mit I, II, III, IV, V, u. ſ. w. und die Theile links mit 1, 2, 3, 4, 5. u. ſ. f. Endlich befeſtige man die Stäbe dergeſtalt, daß die Fäden gerade auf den Strich oo. treffen; doch müſſen ſie etwas hoch ſtehen, damit man die Kugeln rechts und links zurück ziehen kann. Dieſes alles zeigt die Abbildung bei M. N. und O. P. deutlich. Läßt man nun z. E. den Ball A. aus Nro. 3. gegen den ruhenden Ball B. fallen: ſo ſpringt derſelbe bis Nro. III, und der

Ball

Ball A. bleibt indeſſen ruhig. Läßt man umgekehrt den Ball B, aus Nro. III. gegen den ruhenden Ball A. fallen: ſo ſpringt dieſer bis Nro. 3. und B. bleibt indeſſen ruhig.

Hieraus iſt alſo klar, daß die eine Kugel, in dem Augenblicke ihrer Berührung ihre ganze Bewegung verliert, indem ſie dieſelbe der andern Kugel ertheilt, und es iſt folglich eben ſo viel, als ob die Kraft ſelbſt, von welcher die erſte in Bewegung geſezt wird, beim Stoß gänzlich in die andere Kugel übergienge. Dieſe wechſelſeitige Mittheilung würde auch in gleichen Graden in alle Ewigkeit fortgehen, wenn alle die ſchon erwähnten widerſtehenden Kräfte von dem Erdboden weggenommen werden könnten.

Hienge man eine ganze Reihe elaſtiſcher Kugeln neben einander, ſo daß ſie jedoch einander berühren, und man lieſſe die erſte an die andere anſchlagen, ſo würde nur die lezte davon abſpringen, und die mittlern würden alle ruhig liegen bleiben. Man kann dieſen Verſuch auf einem Billard leicht machen, oder noch beſſer, wenn man ſich eine recht glatte Rinne verfertigen läßt, und in dieſelbe eine Reihe Kugeln legt. So bald als man eine einzelne an den vorderſten Ball anlaufen läßt, ſo bleibt ſie liegen, und in dieſem Augenblicke ſpringt die hinterſte ab, und zwar mit eben der Geſchwindigkeit, mit welcher die erſte angelaufen iſt.

Läge ſo eine Reihe von Bällen von der Erde bis an den Mond, der in der mittlern Entfernung ohngefähr 50,000 teutſche Meilen von uns iſt, oder gar bis an den Sirius, deſſen Abſtand von uns ganz unermeßlich iſt: ſo würde doch das nämliche erfolgen, was hier erfolgt; ſo bald nämlich die erſte Kugel auf der Erde den Stoß empfienge, ſo bald würde auch die lezte auf dem Monde oder Sirius abſpringen und fortlaufen. (Nur muß hierbei nicht vergeſſen werden, daß alle Bälle einer Reihe einander berühren müſſen).

Aber ſo unbegreiflich dieſe Erſcheinung iſt, deren Grund man auch nicht einſehen, und nicht ſagen kann, wie es möglich iſt, oder wie es zugehet, daß die Bewe-

gung des erſten Balls ſich im Augenblick durch eine lange oder kurze Reihe von Bällen fortpflanzet, ſo gewiß iſt ſie doch, und wird durch die tägliche Erfahrung beſtätiget.

Wir kommen nun zum zweiten Geſez bei der Betrachtung der elaſtiſchen Körper, und dieſes iſt: Wenn zwei elaſtiſche Körper von gleichen Maſſen, die ſich mit gleicher Geſchwindigkeit nach entgegengeſezten Richtungen bewegen, an einander ſtoßen; ſo prallen beide mit gleicher Geſchwindigkeit wieder zurück. Haben ſie ſich aber mit ungleicher Geſchwindigkeit gegeneinander bewegt: ſo prallen ſie mit verwechſelter Geſchwindigkeit zurück.

Z. B. Die Kugel A, fig. 8. werde bis Nro. 3, und die Kugel B. bis Nro. III. zurückgezogen, und fallen gelaſſen: ſo ſtoßen ſie beide in A. und B. zuſammen, und prallen auch wieder bis nach Nr. 3. und Nro. III. zurück.

Hätte man aber die Kugel A. bis nach Nr. 5, und die Kugel B. bis Nro. II. zurückgezogen und zugleich fahren laſſen, ſo treffen ſie zwar beide wieder in der Mitte bei A. und B. zuſammen; jedoch prallt nun die Kugel B. bis Nro. V. und die Kugel A bis Nro. 2. zurück; d. h. ſie verwechſeln die Größen ihrer Bewegung, oder gleichſam ihre Kräfte, indem ſie zuſammen ſtoßen.

Alles dieſes erfolgt nicht nur, wenn zwei elaſtiſche Körper einander unmittelbar berühren, ſondern der Erfolg iſt der nämliche, wenn eine ganze Reihe gleichartiger Körper dazwiſchen iſt. Z. B. Man hienge oder legte 6 Kugeln neben einander, und ließe an dieſelben an beiden Enden zwei Kugeln von gleicher Größe mit gleicher oder ungleicher Geſchwindigkeit anſtoßen: ſo würden dieſelben im erſten Falle mit gleicher, und im zweiten Falle mit verwechſelter Geſchwindigkeit zurück ſpringen: indeß daß die 6 mittlern Kugeln ruhig liegen blieben.

Es giebt noch einen Fall bei dieſer Regel, nämlich, wenn die Maſſen der beiden Körper ſich umgekehrt, wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten, z. E. wenn die eine Kugel viermal ſo ſchwer iſt, als die andere, und die erſte ſich mit 2 Grad, die andere aber mit 8 Grad Geſchwindigkeit bewe-

beweget; ſo prallt jeder Körper mit eben der Geſchwindigkeit zurück, die er vor dem Anſtoß hatte; die erſte Kugel alſo in dem angeführten Falle mit zwei Grad, und die andere mit acht Grad.

Die dritte Regel heißt: Wenn ein größerer elaſtiſcher Körper an einen kleinern ruhenden anſtößt, ſo bewegen ſich beide Körper nach dem Anſtoße. Der kleinere erhält eine größere Geſchwindigkeit, als der andere vor dem Stoße hatte; und der größere geht nach eben der Richtung fort, aber langſamer als zuvor.

Es bewege ſich z. E. eine elfenbeinerne Kugel an eine andere ruhende, die nur halb ſo ſchwer iſt, mit ſechs Grad Geſchwindigkeit; ſo wird die kleinere mit acht Grad Geſchwindigkeit fortgehen, und die größere ihr mit zwei Grad nachfolgen.

Dieſer und der vorhergehende Verſuch iſt nach Anleitung der 8ten Figur leicht zu machen, wenn man nur Kugeln von verſchiedener Gröſſe und Gewichte hat.

Wenn aber ein kleinerer elaſtiſcher Körper an einen gröſſern ruhenden elaſtiſchen Körper anſtößt; ſo bewegen ſich beide nach dem Stoße, aber nicht nach einerlei Geſchwindigkeit. Der kleinere Körper prallt mit verminderter Geſchwindigkeit zurück, und der größere geht nach der Richtung des Stoßenden, aber mit weniger Geſchwindigkeit, als der Stoßende vor dem Stoße hatte, fort.

Wenn z. E. eine elfenbeinerne Kugel an eine andere ruhende Kugel, die noch einmal ſo ſchwer iſt, mit 6 Grad Geſchwindigkeit anſtößt; ſo geht die gröſſere mit 4 Grad Geſchwindigkeit fort, und die kleinere geht mit 2 Grad Geſchwindigkeit zurück.

Wenn ſich zwei elaſtiſche Körper von gleichen Maſſen nach einerlei Richtung mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen, und einander einholen; ſo werden beide nach dem Stoße fortfahren, ſich nach der vorigen Richtung, aber mit verwechſelten Geſchwindigkeiten, zu bewegen.

Es bewege ſich z. B. die eine Kugel, welche eine andere einholt, mit 5 Grad, die andere aber, welche von jener eingeholt wird, mit zwei Grad Geſchwindigkeit; ſo wird die lezte nach dem Anſtoße mit fünf Grad Geſchwindigkeit fortgehen, und die erſte mit zwei Grad nachfolgen.

Haben aber die einander einholenden elaſtiſchen Körper ungleiche Maſſen, ſo kommt es darauf an, welcher der geſchwindeſte oder langſamſte iſt. Holet der gröſſere Körper den kleinern ein; ſo gehet der kleinere nach dem Anſtoße mit vermehrter Geſchwindigkeit fort, und der gröſſere geht langſam hinter ihm her. Wird aber der größere Körper von dem kleinern eingeholet; ſo prallt der kleinere mit verminderter Geſchwindigkeit zurück, und der größere geht mit einer etwas vermehrten Geſchwindigkeit nach ſeiner vorigen Richtung fort.

Auch dieſe Verſuche laſſen ſich mit aufgehängten Kugeln am leichteſten anſtellen.

Dies waren die Geſetze der einfachen Bewegung, die nur von einem Körper bewirkt wird, und nach gerader Richtung geſchiehet. Es giebt aber noch andere Arten der Bewegung, welche von mehrern Kräften bewirkt werden, und theils nach geraden, theils nach krummen Linien geſchehen.

Was nun die zuſammengeſezte Bewegung betrift: ſo richtet ſich dieſelbe nach folgenden Regeln: Wenn zwei conſpirirende Kräfte zugleich auf einen Körper wirken; ſo beweget ſich derſelbe nach der Diagonallinie desjenigen Parallelogramms, welches man aus dem Richtungswinkel und den Richtungslinien dieſer beiden Kräfte, die aber ihren Geſchwindigkeiten proportionel gemacht werden müſſen, beſchreiben kann.

Hier kommen verſchiedene Benennungen und Ausdrücke vor, die erſt erkläret werden müſſen. — Parallelogramm nennt man nämlich in der Geometrie eine Figur von je zwei gleichen und parallelen Seiten, was man ſonſt ein länglichtes Quadrat nennt; es ſey nun rechtwinklig oder ſchiefwinklig. Diagonallinie nennt man die Linie,

welche

welche von einem Winkel eines Parallelogramms zum gegen überſtehenden gezogen wird.

Geſezt alſo, die Kugel F, (Fig. 9. Tab. II.) werde von der einen Kraft A. nach der Linie A. E, und von der andern Kraft C, nach der Linie C. D. geſtoßen; es verhalte ſich aber die Geſchwindigkeit der Kraft A. zu der Geſchwindigkeit der Kraft C. wie die Linie F. B. zu F. D, d. h. es ſey die Kraft A. im Stande die Kugel F, wenn ſie allein auf ſie wirkte, in eben der Zeit durch die Linie F. B. zu treiben, in welcher ſie die andere Kraft C. durch die Linie F. D. bewegen würde. Man ſetze alſo die Linie F. B und F. D. auf die Schenkel des Richtungswinkels, beſchreibe ein Parallelogramm, F. B. D. E, und ziehe die Diagonale F. E. ſo wird dieſelbe nicht nur die Richtung, ſondern auch die Geſchwindigkeit der, von den beiden Kräften bewegten Kugel F. vorſtellen.

Treffen dieſe Richtungslinien der wirkenden Kräfte unter einem ſpitzigen oder ſtumpfen Winkel zuſammen, ſo muß der Körper dennoch in Diagonalen fortlaufen, wenn er von beiden Kräften den Stoß zugleich empfängt.

Endlich haben wir am Ende der Betrachtung dieſer ungemein fruchtbaren Eigenſchaft der Bewegung noch zwei Bemerkungen zu machen. Die erſte iſt dieſe: Alle Körper haben Kräfte und äuſſern eine Wirkung; aber man pflegt, wie ſchon in der vorigen Vorleſung bemerkt wurde, dieſe Kräfte in lebendige und todte einzutheilen. Jene ſind ſolche, die wirklich eine Veränderung in dem Zuſtande der Körper hervorbringen, und von dergleichen Kräften haben wir uns bisher unterhalten: Dieſe, die todten Kräfte äuſſern nur einen Druck, bringen aber keine Bewegung hervor. Dergleichen Wirkungen ruhender Körper verhalten ſich blos wie ihre Maſſen oder Gewichte. So drücken z. B. zwei Centner nur halb ſo ſtark als vier Centner, und vier Centner nur den dritten Theil ſo viel als zwölf Centner. Daraus ergiebt ſich alſo, daß in vier Centnern doppelt, und in zwölf Centnern dreimal ſo viel Kraft wirkſam ſey: und daß man alſo die Kräfte ruhen-

der Körper überhaupt nur durch ihre Gewichte oder Maſſen auszudrücken braucht.

Zweitens bemerken wir noch, daß, wenn entweder ein ruhender elaſtiſcher Körper unermeßlich viel Maſſe beſizt, oder auch nur ein kleiner elaſtiſcher Körper auf irgend eine Weiſe an den Erdboden ſo befeſtigt iſt, daß er einem andern kleinern im geringſten nicht weichen kann, ſo geſchwind auch dieſer gegen ihn laufen mag: ſo muß er dem, der gegen ihn fährt, und ihm einen Stoß verſezt, augenblicklich den ganzen Stoß zurück geben. Folglich muß jeder elaſtiſche Körper, welcher gegen einen andern befeſtigten elaſtiſchen Körper rennt, immer mit eben der Geſchwindigkeit von ihm zurück prallen, mit welcher er ſich anfänglich gegen ihn bewegt. Auch iſt hierbei noch beſonders zu bemerken, daß er jedesmal gerade von ihm zurückprallt, wenn er gerade und hingegen ſchief, wenn er ſchief gegen ihn gefahren iſt. Davon kann man ſich täglich durch die Erfahrung, und beſonders auf dem Billard überzeugen. Stößt man z. B. den Ball in gerader Linie an die Bande, ſo ſpringt er in der nämlichen geraden Linie wieder zurück. Läßt man ihn unter einem ſchiefen Winkel anprallen, ſo ſpringt er unter dem nämlichen entgegen geſezten Winkel wieder zurück. Auch beim Kegelſchieben kann man dieſe Erfahrung machen.

Hier beſchlieſſe ich die Betrachtung der Eigenſchaft der Bewegung der Körper, ob ich ſie gleich bei weitem noch nicht erſchöpft habe.

Fünfte Vorleſung.

Von der Attraction und Schwere der Körper.

Der große engliſche Philoſoph Newton, von dem ich Ihnen ſchon mehreremale geſagt habe, lag einſt unter einem Apfelbaum. Das Ungefähr, dieſe fruchtbare Mutter der erſtaunenswürdigſten und unbegreiflichſten Begebenheiten — mit einem Wort: der Zufall machte, daß ein Apfel herunterfiel, und Newton'n eine Empfindung verurſachte, von der wir uns — wenn wir wollen — durch die Erfahrung leicht ſelbſt überzeugen können. Hunderte und Tauſende, denen dieſer Zufall begegnet wäre, würden wahrſcheinlich dem unhöflichen Apfel einige Verwünſchungen zugeworfen, und manche vielleicht ihn für ein bedeutendes Omen angeſehen haben. — Newton that weder das eine noch das andere; aber ſein philoſophiſcher Geiſt wußte dieſen Zufall ſo zu benutzen, und ſolche Conſequenzen daraus zu ziehen, die für die philoſophiſche Welt eben ſo glückliche Folgen gehabt haben als jener paradieſiſche Apfel für das ganze Menſchengeſchlecht unglückſelige Folgen gehabt haben ſoll. — — Was that denn nun Newton? — Er fragte ſeinen Forſchgeiſt, was wohl der herunter gefallene Apfel für eine Wirkung würde gehabt haben, wenn er noch höher herunter gefallen wäre? — Oder vielmehr, ob wohl der Apfel herunter gefallen ſeyn würde, wenn der Baum ſo hoch geweſen wäre, als der Mond von der Erde iſt? Ich will die Schlüſſe nicht einzeln und nach der Ordnung, wie Newton ſie folgerte, her ſchreiben. Kurz der Apfel war es, der dieſen Philoſophen das große und ungemein wichtige Geſetz der Attraction und

Schwere der Körper lehrte; womit ich meine Herren Zuhörer und Leſer nunmehr bekannt machen will.

Dieſe, allen uns bekannten Körpern zukommende Eigenſchaft der Anziehung und Schwere iſt ein eben ſo merkwürdiger Gegenſtand unſerer Aufmerkſamkeit, wie es irgend eine der vorhergegangenen Eigenſchaften nur immer geweſen iſt: auch beruhen, auf einer richtigen Vorſtellung und Kenntniß derſelben, eine ungemein große Menge der wichtigſten Erſcheinungen, welche wir ohne dieſe nicht verſtehen können.

Ich habe faſt nicht nöthig zu ſagen, was wir gewöhnlich unter dem Wort Schwere verſtehen; denn jedermann weiß, daß alle Dinge nach dem Erdboden fallen, wenn ſie nicht gehalten oder unterſtüzt werden. Wenn ich einen Stein in der Hand halte, und laſſe ihn loß, ſo fällt er auf die Erde, und er würde noch weiter fallen, wenn eine Oefnung in der Erde wäre. Eben dieſes gilt von allen Körpern, und es giebt keinen, der nicht fiele, ſo bald er nicht mehr unterſtüzt wird. Die Alten kannten dieſe Eigenſchaft nicht vollkommen. Sie glaubten, daß es auch Körper gäbe, die vermöge ihrer Natur in die Höhe ſtiegen, ſo wie wir es bei dem Rauch und den Dünſten ſehen. Dieſe nannten ſie leichte Körper, um ſie von denen zu unterſcheiden, die eine Neigung zum Fallen haben. Aber in den neueſten Zeiten hat man erkannt, daß es die Luft ſey, die dieſe Materien in die Höhe treibt. Denn in einem luftleeren Raume, den man durch die Luftpumpe macht, fällt der Rauch und die Dünſte ſo gut zu Boden, als ein Stein, und eine Pflaumfeder kommt in eben der Geſchwindigkeit auf den Boden der Luftpumpe, in welcher ein Dukaten herabfällt; woraus alſo folgt, daß dieſe Materien ihrer Natur nach eben ſo ſchwer ſind, als die andern. Daß ſie aber in die Höhe ſteigen, das geſchieht aus eben dem Grunde, aus welchem ein Stück Holz, das man unter das Waſſer getaucht hat, ſeiner Schwere ungeachtet, wieder in die Höhe ſteigt, und auf dem Waſſer ſchwimmt, ſo bald man es loß läßt. Die

Urſache

Urſache iſt nämlich, weil das Holz weniger ſchwer iſt als das Waſſer; und es iſt eine allgemeine Regel, daß alle Körper in einer flüſſigen Materie in die Höhe ſteigen, wenn ſie ſchwerer iſt, als ſie ſelbſt ſind. Wenn man in ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß einige Stücke Eiſen, Kupfer, Silber, und ſogar Blei wirft, ſo ſchwimmen ſie auf demſelben; und taucht man ſie unter, ſo ſteigen ſie von ſelbſt wieder empor. Blos das Gold fällt darinnen zu Boden, weil es ſchwerer iſt als Queckſilber.

Wenn es alſo Körper giebt, die ungeachtet ihrer Schwere im Waſſer oder in andern flüſſigen Materien in die Höhe ſteigen, aus der einzigen Urſache, weil ſie leichter ſind als das Waſſer oder die flüſſige Materie: ſo iſt es nicht zu verwundern, daß auch in der Luft gewiſſe Körper, die leichter als dieſelbe ſind, in die Höhe ſteigen; zu dieſen Körpern aber gehören der Rauch und die Dünſte.

Aus allen dieſen erhellet nunmehro zur Genüge, daß alle Körper ohne Ausnahme ſchwer ſind, d. h. daß ſie alle eine Neigung haben, gegen den Erdboden zu fallen, und daß ſie auch wirklich fallen, wenn ſie von nichts aufgehalten, oder unterſtüzt werden. Wir haben ferner ſchon bemerkt, daß die Kraft der Schwere in allen Körpern gleich groß iſt, und daß einige davon, wie z. B. eine Feder ein Stückchen Papier, der Rauch und die Dünſte nur darum langſamer fallen, oder gar in der Luft ſchweben, weil dieſelbe eine dichtere Materie iſt als dieſe Körper ſelbſt; daß ſie aber alle mit gleicher Geſchwindigkeit aus gleicher Höhe auf den Boden fallen, wenn der Widerſtand weggenommen wird.

Da nun die Kraft, welche das Fallen der Körper bewirkt, Schwere heißt, und da überdieß alle Körper und Materien, ſie mögen dicht oder locker, groß oder klein ſeyn, in gleicher Höhe über der Erde, an und für ſich, mit einerlei Geſchwindigkeit fallen, ſo iſt auch klar, daß alle Körper auf der ganzen Oberfläche der Erde gleich ſchwer ſind. Demnach iſt ein Centner Gold oder Blei

 nicht

nicht ſchwerer als ein Papierſchnittchen, und ein Heupferd nicht leichter als das Fuder Heu, worauf es vielleicht ſizt.

Daraus aber würde folgen, daß ein Centner eben ſo ſchwer wie ein Pfund, und ein Pfund ſo ſchwer wie ein Loth ſey. — Gleichwohl kaufen wir einen Centner Waare theurer, und bekommen mehr davon, als für ein Pfund. — Die Sache beruht auf einem Mißverſtändniſſe und einem angewohnten falſchen Ausdruck; indem wir das Schwere nennen, was wir eigentlich Gewicht heißen ſollten. Ein Centner hat offenbar 100mal mehr Gewicht als ein Pfund, und ein Loth 32mal weniger als ein Pfund; denn bei dergleichen Sachen fragt man allezeit nach dem Gewichte und nicht nach der Schwere, weil dieſe in allen Körpern, die ſich auf der Erdoberfläche befinden, gleich groß iſt, und nur von den Naturforſchern in Betrachtung gezogen wird.

Die Schwere iſt alſo, um es noch einmal zu ſagen, eine Kraft, welche alle Körper gleich ſtark, und mit gleicher Geſchwindigkeit gegen den Erdboden treibt: und mitfolglich haben alle Körper einerlei Schwere.

Nun fragt es ſich aber, iſt dieſe Kraft der Schwere in den Körpern ſelbſt, oder auſſer ihnen zu ſuchen? d. h. werden die Körper durch eine in ihnen ſelbſt liegende Kraft gegen den Erdboden gezogen, oder iſt es eine äuſſere Kraft, welche ſie dahin treibt oder drückt?

Nach dem bloſſen Anſchein zu urtheilen, ſollten wir freilich das Erſte glauben; denn wir bemerken, daß die Körper gegen den Widerſtand, der ſie hindert auf den Erdboden zu fallen, eine Gewalt anwenden. Legen wir z. B. einen Stein auf den Tiſch, ſo drückt der Stein mit eben der Gewalt auf den Tiſch, mit welcher er auf die Erde fallen würde, wenn ihn nicht der Tiſch aufhielte. Wollen wir uns von dieſer Gewalt überzeugen, ſo dürfen wir nur die Hand zwiſchen den Stein und den Tiſch legen, um den Druck des Erſtern zu empfinden; das nennt man das Gewicht des Körpers. — Eben dieſes Gewicht,

welches

welches man auch zuweilen die Laſt zu nennen pflegt; oder überhaupt die Schwere, ſcheint nun in den Körpern ſelbſt zu liegen, und alles, was wir davon wahrnehmen, ſcheint die Richtigkeit dieſes Satzes zu beſtätigen. — Im gemeinen Leben wäre es auch ganz gleichgültig, ob es ſich wirklich ſo oder anders verhalte. Wenn man aber, ſo wie es hier unſere Abſicht iſt, die Natur und Eigenſchaften der Körper genauer unterſuchen will: ſo muß man auch ſuchen zu erfahren, ob die Schwere wirklich eine in den Körpern ſelbſt, oder auſſer ihnen befindliche Eigenſchaft ſey? Zu dieſer Gewißheit zu gelangen, müſſen wir aber freilich einen etwas weiten Umweg gehen, und gewiſſe andere Erfahrungen zu Hülfe nehmen, die man bei der Schwere der Körper gemacht hat.

Die Schwere oder das Gewicht ſcheint uns ſo nothwendig zu dem Begriff eines Körpers zu gehören, daß es uns ſo gar unmöglich iſt, einen Körper zu gedenken, der nicht ſchwer ſey. Dieſe Eigenſchaft hat auch bei allem, was wir mit den Körpern vornehmen, ihren Einfluß. Allenthalben muß man auf die Schwere oder das Gewicht des Körpers Acht haben. Wir ſelbſt fühlen beſtändig die Wirkung unſerer Schwere, wir mögen ſtehen, ſitzen oder liegen. Wir könnten ohnmöglich fallen, wenn nicht unſer Körper und alle ſeine Theile ſchwer wären, oder dieſe Neigung hätten, zur Erde zu fallen, wenn ſie nicht mehr unterſtüzt werden. Selbſt gewiſſe Ausdrücke unſerer Sprache gründen ſich auf dieſe Eigenſchaft der Körper, und wir nennen das unten, was in der Gegend liegt, gegen welche dieſe Neigung der Körper gerichtet iſt. Hätte die Schwere eine andere Richtung, ſo würden wir dieſe andere Gegend unten nennen; ſo wie wir izt die entgegengeſezte Richtung oben nennen. Die Linie alſo, nach welcher ein Körper fällt, welche allemal gerade iſt, wenn nämlich der Körper frei herunter fallen kann, wird Vertikallinie genannt; ſie heißt auch ſenk- oder bleirecht.

Um

Um nun zur genauern Unterſuchung der Schwere zu kommen, müſſen wir einige Erfahrungen mit derſelben in Abſicht auf die Erde ſelbſt, anſtellen.

Meine Herren Zuhörer und Leſer wiſſen aus dem erſten Bande meiner Vorleſungen, daß unſere Erde die Geſtalt einer Kugel habe; auch wiſſen Sie, daß die Erde, oder eigentlicher das trockene Land, allenthalben bewohnbar ſey, und auch wirklich bewohnt werde. Sie haben ferner von Leuten gehöret, die uns gerade entgegen, d. i. auf der andern Seite der Erdkugel wohnen, die ihre Füſſe uns entgegen kehren, und die eben deswegen Antipoden oder Gegenfüßler genannt werden.

Einſt fand dieſe Meinung ſo viel Widerſpruch, daß einige Kirchenväter ſie als eine große Ketzerei anſahen, und die in den Bann thaten, welche die Wirklichkeit der Antipoden glaubten. Heut zu Tage würde man für einen Thoren gehalten werden, wenn man an ihrer Wirklichkeit zweifeln wollte.

Wenn wir nun Tab. III. fig. 11, in A. auf der Erde ſtehen, ſo werden unſere Antipoden uns gerade gegenüber in B. ſeyn. Weil wir alſo, nach unſerer Art zu reden, den Kopf oben, und die Füſſe unten haben, ſo müſſen dafür unſere Antipoden die Füſſe oben, und den Kopf unten haben. Jedermann wird dieſes ſogleich als widerſinnig anerkennen, und es hat auch von allen Erdumreiſſenden noch keiner bemerkt, daß er je den Kopf unten und die Füſſe oben gehabt habe. — Das war eine nicht geringe Schwierigkeit für die damaligen Naturforſcher, ſich das Ding gehörig zu erklären, ohne die allgemein angenommenen und geprüften Erfahrungen von der Kugelgeſtalt der Erde und den Antipoden umzuſtoßen. Einige von ihnen halfen ſich aus dieſer Verlegenheit ſo gut ſie konnten; ſie ſtellten eine Vergleichung mit einer andern Kugel an, auf deren Oberfläche man oft Fliegen und andere Inſecten ſowohl oben als unten herumlaufen ſiehet. Aber die guten Herren bedachten nicht, daß die Inſecten, wenn ſie unten ſind, ſich durch ihre kleinen Haken, die ſie an den Füſſen haben,

haben, anhalten, ohne welche ſie gewiß herunter fallen würden. Unſere Antipoden haben aber keine ſolche Haken, weder an ihren Füſſen noch an ihren Schuhen, und gleichwohl fallen ſie nicht herab, ſo wenig wie wir. Ja, wenn wir uns einbilden, oben auf der Erde zu ſeyn, ſo bildet es ſich der Gegenfüßler auch ein, und glaubt, wir ſind unten: vielleicht iſt ihm eben ſo bange für uns, als uns für ihn iſt, und vielleicht kann er eben ſo wenig begreifen, wie wir, die wir nach ſeinen Gedanken die Füſſe in die Höhe und den Kopf unten haben, leben und gehen können, ohne uns feſt zu halten.

Aber wohin ſollte denn nun der arme Gegenfüßler wohl fallen, wenn ſich das ereignen könnte? Ohne Zweifel wird man antworten: nach unten; aber dieſes nach unten würde ſo nach eine Richtung ſeyn, die ſich von der Erde entfernte. So nach müßte der Antipode, der unſerer Meinung nach, von der Erde hinwegfiele, vielleicht ohne Ende fallen. — Wir ſehen hier abermals nichts als Widerſprüche und vergebliche Furcht; denn man hat noch niemals gehört, daß ein Antipode einen ſo erſchrecklichen Fall gethan hätte. Vielmehr, wenn ſie fallen, ſo fallen ſie, wie wir, gegen die Erde zu, und doch bilden ſie ſich ein, nach unten zu fallen. Der ganze Betrug hat alſo ſeinen Grund in dem falſchen Begriff, den wir mit den Wörtern oben und unten verknüpfen. Allenthalben, wo wir uns auf der Erde befinden, iſt unten da, wohin die Körper fallen; und oben iſt das Entgegengeſezte.

Weil nun ein Menſch, wo er auch ſtehet, allemal gerade auf einer horizontalen oder waagrechten Linie ſtehet, welche er unter ſeinen Füſſen hindurch nach allen Gegenden des Horizontes oder Geſichtskreiſes in Gedanken ziehen kann; wenn man nämlich die Berge und Unebenen der Erde abrechnet: ſo ſtehet alſo ein jeder Menſch gerade auf der Erdkugel. Gerade auf einer Kugel ſtehen, iſt aber nichts anders, als die Füſſe nach dem Mittelpunkt der Kugel richten. Dieſe Linie alſo, die wie vorhin unter dem

Namen

Namen Vertikallinie merkten, nennt man auch concentriſch: und weil nach dieſer Linie ein jeder Körper, wenn er frei und ungehindert fallen kann, auch wirklich fällt; ſo fällt alſo ein jeder Körper nach dem Mittelpunkt der Erde zu; oder er würde bis dahin fallen, wenn ein Loch bis an den Mittelpunkt der Erde wäre.

Nun können wir alſo vorerſt die Schwere der Körper deutlicher ſo erklären: daß ſie nämlich eine Neigung gegen den Mittelpunkt der Erde ſey.

Stellen wir uns alſo die Erde als eine vollkommene Kugel vor, ſo werden alle Vertikallinien, wenn ſie inwendig hinein verlängert werden, in dem Mittelpunkte C. zuſammen kommen, und aus dieſem Grunde ſagt man, daß alle Körper eine Neigung haben, ſich dem Mittelpunkte der Erde zu nähern. Alſo, wenn man an jedem Orte in der Welt fragt, was unten iſt, ſo wird man antworten müſſen, das, was gegen den Mittelpunkt der Erde geht.

Nun werden wir bald im Stande ſeyn, zu beſtimmen, ob die Schwere eine in den Körpern ſelbſt liegende Urſache ihres Falles ſey, oder nicht. Wir müſſen aber vorher wiſſen, was ſie für Veränderungen bei dieſer Eigenſchaft zeigen, und zu dem Ende müſſen wir uns ein Loch, nicht nur bis in den Mittelpunkt der Erde, ſondern ſogar durch die ganze Dicke der Erdkugel ſelbſt, vorſtellen. Freilich iſt dieſes nur eine hypothetiſche Möglichkeit, die aber kein Sterblicher in phyſiſche Wirklichkeit zu bringen im Stande iſt; denn, da die Erde, wie wir wiſſen, 1720 Meilen dick iſt: ſo müßte man eben ſo tief graben. Doch, wie geſagt, wir wollen uns ein ſolches Loch nur in Gedanken vorſtellen, um zu ſehen, was alsdann erfolgen würde.

Wir wollen alſo ſetzen, daß das in A. gegrabene Loch durch den Mittelpunkt der Erde C. hindurch, durch die ganze Dicke der Erde, bis zu unſern Antipoden in B. fortginge; und daß wir durch dieſes Loch hinab ſtiegen. Ehe wir in den Mittelpunkt C. kämen, z. E. wenn wir in E. wären, ſo würde der Mittelpunkt der Erde unter uns,

und

und der Punkt A. über uns zu ſeyn ſcheinen; und hielten wir uns nicht feſte, ſo würden wir nach C. fallen. Aber ſo bald wir über das Centrum C. hinaus wären, z. B. in F. ſo würde unſere Schwere gegen C. gerichtet ſeyn, und dieſer Punkt, und alſo noch mehr A. würde uns unten, und B. oben zu ſeyn ſcheinen. Um dieſes noch deutlicher zu machen, wollen wir annehmen, daß zween Menſchen zu gleicher Zeit, der eine bei A. und der andere bei B. in dieſes Loch ſtiegen, ſo würden ſie in C. zuſammen kommen, und zwar, wenn ſie ſich aufrecht ſtehend herabgelaſſen hätten, würden ihre Füſſe in C. zuſammen treffen. Wollte nun der aus A. durch das ganze Loch hindurch, ſo müßte er ſich in C. entweder umwenden, oder er würde bei B. mit den Füſſen zuerſt herauskommen: eben ſo würde es demjenigen gehen, der bei B. in das Loch geſtiegen wäre; welches ſehr begreiflich iſt, wenn wir uns an das erinnern, was oben von der Vertikallinie und von den Antipoden iſt geſagt worden.

Es ergiebt ſich alſo hieraus, daß die beiden Wörter oben und unten ſogleich ihre Bedeutung verändern, wenn wir in C. angelangt ſind. Denn der vorher von A. nach C. ins Loch ſich hinabließ, kam nach unten, ſo wie auch der von B. nach C. Wenn aber der Erſtere weiter fort, nämlich von C. nach B, und der leztere von C. nach A. geht: ſo ſteigt jener und dieſer nach oben. Die Bedeutung der Ausdrücke oben und unten, herauf und hinabſteigen, richtet ſich alſo allenthalben nach der Richtung der Schwere, und dieſe iſt diejenige Kraft, durch die alle Körper nach dem Mittelpunkt der Erde getrieben werden.

Alles, was vermögend iſt, einen Körper in Bewegung zu ſetzen, wird eine Kraft genannt. Bei jeder Kraft aber ſind zwei Sachen zu betrachten: erſtlich die Richtung, in der ſie die Körper forttreibt; und zum andern die Größe der Kraft ſelbſt. — In Anſehung der Schwerkraft iſt die Richtung nunmehr hinlänglich bekannt; es iſt nämlich diejenige, welche gegen den Mittelpunkt der Erde,

Erde, oder perpendikular auf ihre Oberfläche geht. Alſo iſt nun noch die Größe dieſer Kraft, welche die Körper ſchwerer macht, zu betrachten übrig. —

Da ſich dieſe Kraft in jedem kleinſten Theilchen eines Körpers äuſſert; ſo iſt klar, daß dieſelbe deſto mehr mal in einem Körper zugegen ſey, je mehr er kleinſte Theile hat. Die Größe der Schwere richtet ſich alſo allemal nach dem Gewicht der Körper, oder nach der Summe der Schwere, die in allen ſeinen kleinſten Theilen zuſammen genommen wirket. Folglich werden auch die ſchwerern Körper, d. h. diejenige, die eine größere Summe des Gewichtes haben, mit einer größern Kraft gegen die Erde getrieben werden, als diejenigen, die eine kleinere Summe des Gewichtes, oder eine geringere Schwere haben.

Nun fragt es ſich, ob eben derſelbe Körper, wenn man ihn an verſchiedene Oerter der Erde bringt, immer einerlei Gewicht behält? — Die Entſcheidung dieſer Frage wird uns ſogleich ſagen, ob wir die Eigenſchaft der Schwere in den Körpern, oder auſſer ihnen zu ſuchen haben.

Man iſt durch ſehr gewiſſe Erfahrungen überzeugt worden, daß ein Körper, wenn er gegen den Aequator gebracht wird, etwas leichter wird, als er um die Pole herum iſt. (Umgekehrt haben eben dieſe Erfahrungen dazu gedienet, zu beweiſen, daß die Erdkugel an den Polen etwas eingedrückt, und auf dem Aequator höher ſeyn müſſe*). Dieſen Unterſchied in der Schwere kann man freilich durch keine Waage, und wenn ſie auch die allergenaueſte wäre, entdecken; denn man begreift leicht, daß die Gewichte, mit welchen man den Körper abwägen wollte, der nämlichen Veränderung unterworfen ſeyn müſſen. So würde das Gewicht, das hier 100 ℔ wiegt, auch unter dem Aequator noch 100 ℔ heißen, ob es gleich verhältnißmäſig wie der Körper, den man darnach abwägen wollte,

*) Man ſehe die Vorleſung über die mathematiſche Erdbeſchreibung I. Band, Seite 57. u. 58.

wollte, geringer ſeyn würde, als bei uns. Man hat aber dieſe Veränderung der Schwere durch den Fall erkannt, und man hat beobachtet, daß ein Körper unter dem Aequator etwas langſamer fällt, als bei uns.

Wir dürfen alſo als ausgemacht annehmen, ohngeachtet ich die eigentliche Verfahrungsart der gedachten Beobachtung izt noch nicht angeben kann, daß derſelbe Körper, indem er an verſchiedene Oerter der Erde gebracht wird, eine kleine Veränderung in ſeinem Gewichte leidet.

Unſer vorhin in Gedanken in die Erde gemachtes Loch iſt zum Glück noch offen; wir wollen alſo noch einmal mit einander hineinſteigen, um uns von dem eben behaupteten Satze noch gewiſſer zu überzeugen.

Weil nun, wie wir vorhin geſehen haben, ein Körper aus A. nach C. und aus B. nach C. fällt, ſo folgt, daß er hier keine Neigung mehr haben müſſe, ſich zu bewegen, weil ſeine Neigung allenthalben gegen dieſen Punkt gerichtet war. Sage ich nun, ein Körper habe in dem Mittelpunkte keine Neigung mehr, ſich zu bewegen, ſo iſt das eben ſo viel, als ob ich geſagt hätte, ein Körper habe in dem Mittelpunkte der Erde keine Schwere mehr. Iſt nun dieſes, ſo muß auch ein Körper, je mehr er ſich dem Mittelpunkte nähert, deſto mehr an ſeinem Gewichte, oder an der Summe ſeiner Schwere verlieren. Nun ſehen wir alſo, daß, weil ein Körper, wenn er an verſchiedene Orte der Erde gebracht wird, ſeine Schwere verändert, dieſe Eigenſchaft nicht in dem Körper ſelbſt liegen könne; denn ſonſt müßte ſie immer dieſelbe ſeyn und bleiben. Die größte Schwere hat alſo ein Körper an der Oberfläche der Erde, und ſie vermindert ſich je näher ein Körper dem Mittelpunkt der Erde kommt, oder auch, je höher er ſich über die Oberfläche erhebt.

 Daraus

Daraus folgen nun eine Menge merkwürdiger Erſcheinungen in der Natur, und darauf gründet ſich der Lauf und die Bewegung aller Himmelskörper; aber ich werde nur weiter hin erſt davon ſagen.

Iſt nun die Eigenſchaft der Schwere nicht in den Körpern ſelbſt zu ſuchen, ſo muß ſie ihren Grund in etwas anders haben. Vielleicht beſizt alſo die Erde eine ſolche Eigenſchaft, wie wir am Magnet gewahr werden, der das Eiſen an ſich zieht?

Allerdings beſizt die Erde eine ſolche anziehende Kraft, welches ſich ſchon daraus ergiebt, daß ſich das Gewicht oder die Schwere der Körper in eben dem Verhältniß vermindert, in welchem ſich der Körper von der Erde entfernt. Aber es giebt noch mehrere Beweiſe für die Zuverläſſigkeit der anziehenden Kraft der Erde, und wir werden ſie weiter unten finden. Jzt wollen wir uns erſt von der Attraction oder anziehenden Kraft der Körper ſelbſt, durch einige Erfahrungen überzeugen, und zwar will ich nur ſolche Erfahrungen angeben, die ein jeder ohne große Mühe und ohne die geringſten Koſten leicht ſelbſt anſtellen kann.

Wenn man zwei Körper neben einander legt, ſo bemerkt man zwar nicht, wie ſie einander anziehen, und auf dieſe Art kann man ſich von der Kraft der Attraction nicht überzeugen, ob ſich gleich daraus das Daſeyn derſelben noch nicht abläugnen läßt.

Man gieſſe aber eine Schüſſel, oder auch nur ein Glas, voll reines Waſſer, und werfe ſehr kleine Papierſchnittchen in daſſelbe, ſo wird man ſehen, wie dieſe Papierſchnittchen entweder, wenn ſie dem Rande näher ſind, als der Mitte, nach dem Rande zu fahren, oder wenn ſie einander ſelbſt näher ſind, ſich mit einer Geſchwindigkeit gegen einander bewegen und aneinander anhängen. Man werfe ferner ein einziges Papierſchnittchen in die Mitte,

und halte den Finger, oder irgend einen andern Körper hinein, ſo wird man augenblicklich ſehen, daß das Papierſchnittchen ſich demſelben nähert, und wie eine Magnetnadel dem Stahle folgt. Eben dieſes thun auch alle andere Körper, und beſonders ziehen gleichartige Körper einander am ſtärkſten an. Man kann dieſen Verſuch mit hundert andern Dingen anſtellen, und man wird allemal die nämliche Erſcheinung ſehen. Ich will zum Vergnügen meiner Leſer noch einige dergleichen Verſuche anführen.

Einen ähnlichen Verſuch kann man alle Tage beim Kaffeetrinken machen. Man darf nur ein Kaffeelöfelchen in die angefüllte Taſſe tauchen, wenn etwas Schaum von der hineingegoſſenen Milch in der Mitte ſchwimmt; ſo wird man allemal ſehen, daß dieſer Schaum gegen den Löffel zufährt, wofern er nicht dem Rande des Kaffeeſchälchens näher iſt, als dem Löffel; in welchem Falle er ſich gegen den Rand zu bewegt. Was aber hier der Löffel thut, das thut auch jeder andere Körper, wofern er nur nicht gar zu wenig Maſſe hat, weil in dieſem Falle ſeine Anziehungskraft unſern Sinnen nicht merklich wird.

Man nehme ein dünnes gläſernes Röhrchen, deſſen innere Weite jedoch nicht viel größer als ein Pferdehaar ſeyn darf, daher man auch dergleichen Röhren Haarröhren zu nennen pflegt, ſauge durch daſſelbe erſt ein wenig Waſſer, damit es inwendig feucht werde, und leere es wieder aus. Dann ſtelle man dieſes Röhrchen ſofort in ein Glas gefärbtes Waſſer, daß die Oberfläche deſſelben von dem untern Ende des Röhrchens kaum berühret wird, worauf das Waſſer von ſich ſelbſt wohl einige Daumen breit in dem Röhrchen in die Höhe ſteigen wird. Es wird ſogar darinnen ſtehen bleiben, wenn man auch das Röhrchen ganz heraus nimmt. Statt des Waſſers kann man auch jede andere flüſſige Materie nehmen. —

Macht man dieſen Verſuch mit einer gröſſern Röhre, ſo erheben ſich zwar die flüſſigen Materien auch, aber

nicht ſo hoch. Dahingegen bemerkt man deutlich, daß ſie an dem innern Rande höher ſtehen, als in der Mitte der Röhre ſelbſt, wo ſie gleichſam eine kleine Grube bilden; doch ſo, daß deren größte Vertiefung dennoch merklich über die Oberfläche des Waſſers, worinnen die Röhre mit ihrer untern Oefnung ſtehet, erhaben ſind.

Daß dergleichen flüſſige Materien in weiten Röhren nicht ſo hoch ſtehen können, als in engen, kommt bloß daher, weil die anziehende Kraft des Glaſes nur ein gewiſſes verhältnißmäſiges Gewicht vom Waſſer heben und ertragen kann. Dabei bemerkt man noch, daß die Höhen, um welche es in ſolchen Röhren über die gemeinſchaftliche Waſſerfläche in die Höhe ſteigt, ſich umgekehrt verhält, wie ſich die Durchmeſſer der Röhren verhalten, ſo daß es in dem einen, welches eine gewiſſe Weite hat, zwei Querdaumen hoch ſtehet, wenn es in einem andern, das im Durchmeſſer doppelt ſo weit iſt, nur einen Querdaumen hoch gefunden wird, und ſo ferner.

Ueberhaupt ſtehen alle Flüſſigkeiten am Rande der Gefäße, worinnen ſie ſich befinden, allemal ein wenig höher als in der Mitte; welches man bei jedem Glas Bier, Wein oder Waſſer, bei jeder Taſſe Kaffee und dergleichen deutlich ſehen kann. Sie werden alſo von dem Gefäße ſelbſt angezogen. — Dies iſt aber nur der Fall, wenn die Gefäße nicht ganz voll ſind, auſſerdem verwandelt ſich die Vertiefung in eine Erhöhung, wie man denn ein Gefäß übervoll einfüllen kann, ſo daß die flüſſige Materie am Rande überſtehet, wenn der Rand ganz trocken iſt: und dieſe Erſcheinung hat ihren Grund ebenfalls, ſo wie alle vorhergehenden in der Attraction, welche dort das Gefäß gegen die Flüſſigkeit, und hier die Theile der Flüſſigkeit ſelbſt gegen einander äuſſern.

Wenn alle dieſe Erfahrungen keinen andern Nutzen für uns hätten, ſo haben ſie doch den, daß wir nunmehro den Grund und die Urſache derjenigen Erſcheinungen einſehen,

ſehen, worüber der unwiſſende Neugierige ſich den Kopf vergeblich zerbricht, und der gedankenloſe Alltagsmenſch unachtſam hinweg ſtolpert.

Man tauche einen trockenen Löffel flach und langſam in eine Flüſſigkeit, ſo wird dieſelbe am Rande des Löffels ſo lange übertragen, bis der Löffel zu tief hinein ſinkt. Iſt der Löffel voll, und man gießt ihn langſam aus, ſo wird allemal noch eine gewiſſe Quantität von der Flüſſigkeit im Löffel zurück bleiben, die man nicht anders, als durch einen Ruck oder Stoß heraus ſchleudern kann. Aber man halte den Löffel ſchief an die größere Quantität der Flüſſigkeit, ſo ziehet dieſe jene an ſich, und der Löffel wird bis auf ein unmerkliches leer.

Wenn man eine Kanne voll Waſſer oder Bier ausgieſſet, und neigt ſie nur ein wenig, ſo läuft daſſelbe an dem Gefäß herab; denn das Gefäß zieht die Flüſſigkeit an ſich. Ein Tropfen, der allmählig aus einem Bierhahn herausſickert, bleibt als eine kleine Kugel lange Zeit hängen. Hier werden wir eine zweifache Wirkung der Attraction gewahr: die erſte äuſſert der Hahn, der den Tropfen an ſich zieht, die zweite der Tropfen ſelbſt, deſſen Theile ſich anziehen, und eine Kugel bilden. Wird aber der Tropfen zu groß, ſo hört jene Attraction auf, und es tritt nunmehro eine andere, nämlich die Attraction der Erde ein, die den Tropfen an ſich zieht, der nun nach dem bekannten Geſetz der Schwere herab fällt. —

Wenn man die ebene Fläche von ein Paar bleiernen Halbkugeln, deren Durchmeſſer ohngefähr 2 bis 3 Zoll beträgt, recht gut polirt, und hernach die Halbkugeln an einander drückt; ſo bleiben ſie ſo feſt aneinander hängen, daß oft zwei ſtarke Männer nicht im Stande ſind, dieſelben auseinander zu reißen. Eben dieſes erfolgt auch, wenn man gut polirte Täfelchen von Marmor, oder von einer andern harten Materie, die eine ſtarke Politur annimmt, blos durch das Andrücken miteinander verbindet.

Man mag dieſen Verſuch in einem luftvollen oder luftleeren Raume anſtellen, ſo wird der Erfolg immer der nämliche ſeyn. Dies iſt denn abermals ein unumſtößlicher Beweiß von der ſtarken Anziehungskraft der Körper.

Wir ſind alſo nun zur Genüge überzeugt, daß eine ſolche anziehende Kraft in allen Körpern vorhanden ſey: und eben dieſe anziehende Kraft iſt es auch, welche diejenige Erſcheinung bewirkt, die wir die Schwere nennen, und von welcher wir vorher glaubten, daß ſie eine weſentliche Eigenſchaft der Körper ſelbſt ſey.

Wir ſehen, daß ein Körper, der von nichts unterſtüzt oder gehalten wird, zur Erde fällt, und wir ſagen: die Schwere des Körpers macht es, daß er fällt. Aber was iſt die Schwere? — Iſt ſie eine weſentliche Eigenſchaft der Körper ſelbſt? — Nein, das kann ſie nicht ſeyn; denn ſonſt müßte ein Körper immer und überall dieſe Eigenſchaft behalten. Wir haben aber geſehen, daß ein Körper an gewiſſen Orten der Erde leichter oder ſchwerer wird. Alſo iſt dies nicht in dem Körper ſelbſt zu ſuchen: und wir können, nach dem, was wir nun von der anziehenden Kraft wiſſen, nicht anders vermuthen, als daß es die anziehende Kraft der Erde ſeyn müſſe, welche macht, daß ein Körper fällt.

Dies iſt denn nun die wichtige Entdeckung, auf die der unſterbliche Newton durch den Fall eines Apfels geleitet wurde. Ein ſo unbedeutender Umſtand bei ſeiner Entſtehung, und doch ſo ungemein groß und wichtig in Rückſicht der daraus herfließenden Folgerungen.

Die Schwere — oder eigentlicher die Attraction, iſt es nunmehro, welche einen Stein gegen die Erde treibt, oder fallend macht, und an derſelben anhält; dieſe nämliche Kraft iſt es, welche alle Körper dergeſtalt an den Erdboden anzieht, daß nichts von demſelben herab fallen kann. Die Schwere oder Attraction iſt es, welche der

Mond

Mond an die Erde, und die Erde nebſt den übrigen Planeten an die Sonne zieht, und dieſe Eigenſchaft iſt es alſo, welche das ganze Weltgebäude und alle Weltkörper in ihrem Lauf und Bewegung erhält.

Freilich fand dieſe Meinung, die der große Newton damals zuerſt ans Licht ſtellte, eben ſo vielen Widerſpruch als Beifall, bis man nach und nach, durch die erwähnten, und durch andere Verſuche, ſich aus der Erfahrung von der anziehenden Kraft der Körper überzeugte. — Nun ſind alle Naturforſcher darinnen miteinander einig.

Ich muß zuförderſt einige Benennungen, welche man dieſer Eigenſchaft überhaupt und beſonders beigelegt hat, anführen. Man pflegt nämlich dieſe Kraft überhaupt das Syſtem der allgemeinen Gravitation, oder die allgemeine Kraft der Schwere zu nennen. Eigentlich pflegt man dieſe Kraft nur dann Schwere zu nennen, wenn wir ihre Wirkung blos in Hinſicht auf den ganzen Erdball im Großen betrachten, d. h. wenn wir wahrnehmen, daß einzelne Körper von ihr ſenkrecht gegen ſeine Oberfläche getrieben werden. Denn in wiefern ſie den Mond gegen die Erde, dieſe aber und andere Planeten gegen die Sonne treibt, in ſo fern pflegt man ihr den allgemeinen Namen der anziehenden oder Centripedal-Kraft beizulegen, ſo wie ſie im Gegentheile den Namen der Affinität oder Verwandſchaft führt, wenn man ihre wechſelſeitige Wirkung in den kleinſten Theilchen der Materien ſelbſt, betrachtet. Man darf alſo nicht glauben, daß dieſe verſchiedenen Namen verſchiedene Kräfte anzeigen: denn ſie zeigen alle nur eine und eben dieſelbe Kraft an, die allenthalben nach einem und demſelben Geſetz, wiewohl an ſehr verſchiedenen Orten und mit verſchiedener Stärke, wirkt.

Nachdem was ich meinen Herren Zuhörern und Leſern bisher von dieſer merkwürdigen Eigenſchaft geſagt habe, wiſſen Sie nun wohl, was Sie unter dem Wort

Schwere zu verſtehen haben, nämlich die Kraft der Attraction, oder die Kraft der gegenſeitigen Anziehung. Fragen wir aber weiter, was iſt denn die Attraction? wie können und dürfen wir uns ihre Wirkung vorſtellen? was iſt es, das die Körper einander nährt? werden ſie von einer äuſſern Materie aneinander geſtoßen, oder von einer innern gegen einander gezogen? — — ſo kömmt der größte Naturforſcher in Verlegenheit, wenn er ſich beſtimmt und deutlich darüber ausdrücken will.

Ehemals ſagten einige Gelehrte, die Erdkugel wäre mit einer außerordentlich feinen, und von unſern Sinnen ganz unerreichbaren Materie umgoßen, deren kleinſte Theilchen viele Millionen mal kleiner wären, als die Theilchen der Luft, und vermöge des Druckes dieſer ſonderbaren unbekannten Materie würden eben alle Körper eigentlich gegen die Mitte des Erdballs getrieben.

Dieſe Herren machten es hierinnen wie die Indianer, welche die Erdkugel von 4 groſen Elephanten oder Ochſen tragen ließen, aber den Ort nicht angeben konnten, wo dieſe Thiere zuerſt ſtehen mußten.

Wenn jene feine Materie, die aber freilich nirgends zu finden iſt, andere Körper abwärts drücken ſollte; ſo müßte ſie vorher ſelbſt ſchwer ſeyn, oder ein gewiſſes Gewicht haben. Man kann nun alſo aufs neue fragen: woher denn dieſe undenklich feine Materie ihre Schwere oder ihr Gewicht erhalte? Wollte man antworten, daß eine noch feinere Materie dies bewirke: ſo müßte dieſe abermals erſt ſchwer ſeyn, und folglich würde man auf dieſe Weiſe in alle Ewigkeit fort fragen können.

So leicht wir den Ungrund dieſer eben angeführten Meinung einſehen, ſo ſchwer iſt es, wie geſagt, eine zuverläßige Erklärung davon zu geben. Nach der Meinung derjenigen, welche eine feine Materie annehmen, die

auf

auf die Körper ſtoße, und ſie einander entgegen treibe, ſollte man die Kraft der Schwere keine Attraction, ſondern Impulſion nennen. Andere hingegen glauben, die allgemeine Schwere rühre von einer beſondern innern Kraft der Körper her, durch die ſie ſich, vermöge der vom Schöpfer gemachten Einrichtung, einander wechſelsweiſe nähern. —

Weil es hier weder Zeit noch Ort iſt, und wahrſcheinlich doch eine vergebliche Mühe ſeyn würde, in dieſes Geheimniß der Natur eindringen zu wollen: ſo wollen wir lieber, ſtatt zu unterſuchen, mit den größten Naturforſchern geſtehen und ſagen: wir wiſſen wohl, daß der allmächtige Schöpfer den Körpern eine ſolche Eigenſchaft mitgetheilt habe; aber die Art und Weiſe, wie? — iſt und wird in dieſem Leben wohl immer ein unerklärbares Geheimniß bleiben. Eigentlich kann es uns auch ganz gleichgültig ſeyn, denn in der Sache wird dadurch nichts geändert. Die Wirkung iſt immer dieſelbe, ein Wagen mag von hinten geſtoßen, oder von vorne gezogen werden; ſo iſt auch die Wirkung der Schwere immer dieſelbe, ſie geſchehe nun durch Impulſion oder Attraction.

Dieſe merkwürdige Eigenſchaft nun, mit deren Erklärung und Beſchreibung ich heute eigentlich nun den Anfang gemacht habe, und die wir nun nur erſt oberflächlich kennen; dieſe merkwürdige Eigenſchaft, deren Allgemeinheit ſich wohl nicht mit Grunde bezweifeln läßt, wenn man nur die bisher angeführten Erfahrungen genau in Erwägung zieht, verſchaft uns weit mehr Vortheile, als man gemeiniglich glaubt. — Wie ſollte ſich auch vermuthen laſſen, daß der allweiſe Schöpfer irgend eine Anordnung in der Natur getroffen habe, die nicht den ſegensvollſten Einfluß hätte? — Durch die Attraction werden nicht nur alle körperliche Dinge in Bewegung geſezt, ſondern auch die Theilchen derſelben aneinander gehalten, daß ſie auf verſchiedene Art von uns genüzt werden kön-

nen; welches ſonſt nicht möglich wäre, wenn die Theile der Körper keinen ſo genauen Zuſammenhang mit einander hätten. Was alſo einige Naturforſcher die Kraft der Cohäſion zu nennen pflegen, iſt in der That nichts anders, als die Anziehungskraft. — Dieſe Kraft iſt es, die, wie ich ſchon erwähnte, und wie künftig noch deutlicher erwieſen werden ſoll, die den Mond um die Erde, und die Erde nebſt den übrigen Planeten um die Sonne bewegt; und ohne welche weder eine Abwechslung der Jahreszeiten, noch eine Menge anderer Vortheile ſtatt finden würden, die wir blos durch die Bewegung der Weltkörper erhalten. Dieſe Anziehungskraft iſt endlich der Grund von den meiſten chymiſchen Operationen und einer Menge anderer Erſcheinungen in der Natur, von denen ich künftig einige angeben werde.

Sechſte Vorleſung.

Fortſetzung der Betrachtung der Attraction und Schwere der Körper.

Nachdem ich heute vor 8 Tagen die allgemeinen Begriffe von der Schwere und Attraction entwickelt habe, werde ich Ihnen heute die Geſetze, nach welchen ſich die Attraction richtet, genauer zu erklären das Vergnügen haben.

Um von der Kraft, womit die Körper einander anziehen, gehörig zu urtheilen, dürfen wir nur zwei Körper betrachten, die ſich wechſelsweiſe anziehen. Man hat hierbei auf drei Sachen Achtung zu geben: 1) auf den Körper, der den andern anzieht; 2) auf den, der angezogen wird, und 3) auf die Entfernung von einander; denn von dieſen 3 Stücken hängt die Kraft der Anziehung ab.

Es ſey Fig. 12, (Tab. III.) A. der anziehende, und B. der angezogene Körper, deren Entfernung nach der Weite ihrer Mittelpunkte, d. h. nach der Linie A. B. berechnet wird. In Anſehung des erſten Stücks alſo, der Größe des anziehenden Körpers A, muß man bemerken: daß, je größer dieſer Körper iſt, deſto größer wird auch die Kraft ſeyn, mit der er den Körper B. an ſich zieht. Wäre alſo A. noch einmal ſo groß als B, ſo würde auch der Körper B. mit einer doppelten Gewalt angezogen werden. Wäre er dreimal größer, ſo würde es die anziehende Kraft auch ſeyn, und ſo fort, wobei jedoch vorausgeſezt wird, daß die Entfernung immer die nämliche ſey.

Wen-

Wenden wir nun dieſen Fall auf die Erde und auf ihre Körper an; ſo ergeben ſich folgende Fälle daraus: 1) Wäre die Erde kleiner, und enthielte ſie weniger Materie, ſo würden auch alle Körper mit einer geringern Gewalt angezogen werden. Nun iſt der Mond ein kleinerer Körper; alſo kann die Schwere der Körper auf dem Monde nicht ſo groß ſeyn, als auf der Erde. 2) Wäre die Erde größer, und hätte ſie mehr Materie; ſo würde auch ihre anziehende Kraft größer ſeyn. Nun iſt die Sonne ein viel größerer Körper als die Erde; folglich muß auch die anziehende Kraft der Sonne größer ſeyn, als die, der Erde. 3) Wäre endlich der Sonnenkörper noch größer oder kleiner: ſo würde auch die Erde ſtärker oder ſchwächer von der Sonne angezogen werden.

In Anſehung des angezogenen Körpers B. iſt zu merken, daß, wenn der anziehende Körper A, und die Entfernung A. B dieſelbe bleibt, der Körper B. mit einer gröſſern oder geringern Gewalt angezogen wird, je nachdem er ſelbſt größer oder kleiner iſt. Wenn alſo der Körper B. zweimal größer wäre, ſo würde er auch von A. mit einer zweimal größern Kraft angezogen werden u. ſ. w. Wenn wir uns alſo unter A. die Erde vorſtellen, ſo wird die Kraft, mit welcher der Körper B angezogen wird, nichts anders, als das Gewicht des Körpers B. ſeyn. Je gröſſer oder kleiner nun dieſer Körper B iſt, deſto größer oder kleiner iſt auch bekanntermaſſen ſein Gewicht. Die Kraft, mit welcher der Körper B gegen den Körper A. angezogen wird, ſteht alſo mit der Größe dieſes Körpers genau im Verhältniß; wenn der Körper A. und ſeine Entfernung die nämliche bleiben; oder die Kraft, womit der Körper B. angezogen wird, iſt der Maſſe B. proportionirt. Wiederum iſt die Kraft des Körpers A, womit er den Körper B. anziehet, der Maſſe des Körpers A. proportionirt; wobei abermals vorausgeſezt wird, daß die Entfernung dieſelbe bleibe. Man muß aber Größe und Maſſe wohl von einander unterſcheiden; denn ein Körper kann einen großen

Raum

Raum einnehmen, und doch wenig Maſſe enthalten; hingegen kann ein Körper einen kleinen Raum einnehmen, und doch viel Maſſe enthalten, wie z. B. das Gold.

Dieſes alles iſt nun in dem erſten Haupt-Geſetze enthalten: Die Attraction iſt deſto größer, je mehr die Maſſe derjenigen Körper beträgt, die einander anziehen, und ſie wächſt in dem Verhältniſſe, wie die Körper an Maſſe zunehmen. Denn dasjenige, was eigentlich in einem Körper wirkſam ſeyn kann, iſt nicht ſein Raum oder ſeine Ausdehnung, ſondern die materiellen Theilchen daraus derſelbe beſteht. Je mehr materielle Theilchen aber ein Körper hat, deſto größer iſt ſeine Maſſe, und daher muß die Stärke der Anziehungskraft nothwendig mit der Vermehrung der Maſſe wachſen. Ein Stückchen Gold von einer beſtimmten Größe wiegt mehr, als ein Stückchen Eiſen von gleicher Gröſe, und dieſes Stückchen Eiſen wieder mehr als ein Stückchen Holz von der nämlichen Größe; denn in dem Stückchen Gold iſt mehr Maſſe oder materielle Theile, als in dem gleichgroßen Stückchen Eiſen, und in dieſem mehr als in dem Holze; daher wird das Gold ſtärker als das Eiſen, und das Eiſen ſtärker als das Holz von der Erde angezogen.

Wir haben nun noch den dritten Punkt bei Betrachtung der Attraction zu unterſuchen übrig, nämlich die Entfernung der anziehenden Körper von einander, wenn ihre Größe dieſelbe bleibt. In dieſem Falle bemerkt man leicht, daß ſich die Kraft der Attraction vermindert, wenn ſich die Entfernung vergrößert. Aber das Verhältniß der Verminderung der Attraction iſt nicht das nämliche, wie es bei Verminderung oder Vermehrung der Maſſen der Körper war, ſondern es richtet ſich nach einer ganz andern Regel, die ſich nicht leicht ausdrücken läßt. Wenn z. B. der Körper B. von dem Körper A. mit einer gewiſſen Kraft, die mit der Entfernung A. B. im Verhältniß ſteht, angezogen wird; die Entfernung ſich aber noch einmal ſo viel vergrößert, ſo vermindert ſich die Kraft der

Attra-

Attraction nicht etwa blos um noch einmal ſo viel, ſondern um ſo viel mal ſo viel, als die Vermehrung der Entfernung beträgt. — Wenn alſo die Entfernung 2 mal größer iſt: ſo iſt die Kraft, mit welcher der Körper B. gegen den Körper A. gezogen wird, 2 mal 2, oder 4 mal kleiner; bei einer 3 mal größern Entfernung wird die Attraction 3 mal 3, d. h. 9 mal kleiner. Wird die Entfernung 4mal größer: ſo wird die anziehende Kraft 4 mal 4, das iſt 16 mal kleiner u. ſ. w. Alſo in einer 100 mal gröſſern Entfernung wird die anziehende Kraft 100 mal 100, d. i. 10000mal geringer ſeyn, und ſie muß alſo zulezt ganz unmerklich werden; ſo wie ſie im Gegentheil deſto größer ſeyn muß, je geringer die Entfernung iſt, ſelbſt wenn die Körper ziemlich klein ſind.

Will man ſo nach wiſſen, um wie vielmal die Attraction ſich vermindert, wenn die Entfernung ſich vergröſſert, ſo darf man nur die Zahl, welche anzeigt, um wie viel die Entfernung ſich vergrößert hat, mit ſich ſelbſt multipliciren, ſo zeigt das Produkt, um wie viel kleiner die Attraction geworden iſt. Das Produkt einer Zahl, die man mit ſich ſelbſt multipliciret hat, nennt man das Quadrat der Zahl.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	u. ſ. w.
mult. durch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Quadrat	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	144	

Verlangt man das Quadrat einer jeden andern Zahl zu wiſſen, ſo darf man ſie alſo nur mit ſich ſelbſt multipliciren, z. B.

```
                        365
                        365
                     ------
Das Quadrat von        1825
                      2190
                     1095
                     ------
365 iſt alſo         133225
```

Das

Das Quadrat der Entfernung iſt alſo um ſo viel größer, als die Kraft der Attraction kleiner und umgekehrt. Die Mathematiker bedienen ſich daher eines gewiſſen Ausdrucks, ſie ſagen nämlich: die anziehende Kraft ſteht mit dem Quadrat der Entfernung in umgekehrten Verhältniß.

Das, was ich nun bis daher von der Verminderung der Attraction geſagt habe, iſt in dem zweiten Haupt-Geſetz enthalten: Die Attraction iſt deſto größer, je näher die Körper kommen, die einander anziehen, und verhält ſich umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen. Sie iſt daher am größten, wenn die Körper einander unmittelbar berühren. Wenn die Körper einander berühren, ſo haben ſie kleinſtmöglichſte Entfernung, und daher iſt es nicht zu verwundern, daß alsdann ihre Attraction am meiſten beträgt. Daß glatte, wohl polirte Körper am ſtärkſten zuſammen hängen, ſo bald man ſie nur aneinander drückt, kommt daher, weil ſie ſich in mehr Punkten berühren, dahingegen Körper, deren Oberflächen uneben ſind, nicht ſo zuſammen hängen, wenn ſie gleich aneinander gedrückt werden, weil ſie wegen ihrer unebenen Flächen einander nur in wenig Punkten berühren, und in allen übrigen Punkten noch etwas von einander entfernt bleiben; daher ſie einander nicht ſo ſtark anziehen können, als ſie von der Erde angezogen werden.

Newton, als er in ſeinem Garten über den erzählten Zufall nachdachte, legte er ſich die Frage vor, ob denn der Apfel auch noch gefallen ſeyn würde, wenn der Baum ſo hoch als der Mond geweſen wäre? — Er konnte keine Urſache finden, warum er nicht hätte fallen ſollen. Nun fragte er weiter, warum ihm denn aber der Mond nicht auf die Naſe falle? — Da ſahe er denn, daß die Bewegung des Mondes die Urſache ſey, warum derſelbe nicht herunter fallen könne; ſo wie eine Bombe über uns wegfliegen kann, ohne gerade herunter zu fallen. Dieſe Vergleichung der Bewegung des Mondes mit der Bewegung der Bombe brachte ihn darauf, die Sache zu unter-

unterſuchen, und durch Hülfe der höchſten Geometrie fand er, daß der Mond in ſeiner Bewegung eben den Geſetzen folge, die man in der Bewegung einer Bombe wahrnimmt; ſo daß, wenn es möglich wäre, in der Höhe des Mondes, und mit derſelben Geſchwindigkeit eine Bombe zu werfen, oder eine Kugel abzuſchießen, dieſe eben die Bewegung, wie der Mond haben würde. — Wir wollen einen ſolchen Verſuch in Gedanken anſtellen, und unſerer Sinnlichkeit durch eine Zeichnung zu Hülfe kommen.

Geſezt, es werde in A. Fig. 13. eine Kanonenkugel in horizontaler Richtung abgeſchoſſen, die Weite von A. bis S. betrage 800 Fuß, und die abgeſchoſſene Kugel brauche nur 1 Secunde um dieſe gerade Linie zu durchlaufen, ſo würde ſie in 4 Secunden, des nämlichen Stoßes wegen, einen viermal größern Raum durchlaufen, und folglich am Ende der 2ten Secunde in D, nach der 3ten Sec. in V. und nach der 4ten Sec. in N anlangen, wenn ſie nicht, vermöge eines andern Geſetzes, das bald erkläret werden wird, in der erſten Secunde um einmal 15, in der 2ten Sec. um 4 mal 15, in der 3ten um 9mal 15, und in der 4ten Sec. um 16mal 15 Fuß gefallen wäre, und alſo in R. die Erde erreicht hätte. Dieſe Kanonenkugel wird alſo von der Erde angezogen, und ſie erreicht dieſelbe erſt nach einer großen Strecke. Nun wollen wir aber die Kanone noch weiter, und zwar nach Nro. 14. ſetzen, und ihr noch überdieß keine horizontale, ſondern eine noch mehr erhöhete Richtung geben. Was wird nun der Erfolg ſeyn, wenn ſie in A, Fig. 14. abgeſchoſſen würde? — Wir wollen den Weg von A. bis E. wieder 800 Fuß, und ſo fort bis D, V, und N. jeden eben ſo lang annehmen, und ſetzen, daß die Kugel, dem Geſetze des Fallens zu Folge, abermals in der erſten Secunde um 1mal 15, in der 2ten um 4mal, in der 3ten um 9mal und in der 4ten um 16mal 15 Fuß falle: ſo wird ſie, wie es ſich aus der Zeichnung ergiebt, wobei B. R. für die Horizontalfläche der Erde angenommen wird, in N. noch lange

nicht

nicht den Erdboden erreichen, ſondern einen größern Weg, als von A. bis N. zurücklegen müſſen, ehe ſie auf die Erde fällt.

Die Kugel beſchreibt alſo den krummen Weg A. M. P. Q. R. Das würde ſie aber nicht thun, wenn ſie nicht ſchwer wäre, oder von der Erde angezogen würde. Wir wollen uns nun vorſtellen, daß die Kugel auf dem höchſten Berge abgeſchoſſen würde; ſo würde ſie ganz natürlich auch weiter gehen, ehe ſie auf den Erdboden käme. Man könnte das ſo weit fortſetzen, daß die Erdkugel erſt bei unſern Antipoden niederfiele; und wenn man das noch weiter triebe, ſo würde die Kugel gar nicht nieder fallen, ſondern ſie würde an dem Orte, wo ſie abgeſchoſſen wurde, zurückkehren, und alſo eine Reiſe um die Welt machen. Das wäre alsdann ein kleiner Mond, der ſich eben ſo wie der wahre, um die Erde herum drehte; wobei aber freilich zwei für uns Menſchen unmögliche, und alſo blos hypothetiſche Möglichkeiten vorausgeſezt werden, nämlich eine Kraft, welche im Stande wäre eine Kugel ſo weit zu treiben, und eine Höhe, aus welcher ſie abgeſchoſſen werden müßte. Was aber für unſere Kräfte unmöglich iſt, das iſt der Allmacht des Schöpfers nicht unmöglich geweſen. Sie hat wirklich eine ſolche Kugel, nämlich den Mond, in eine Höhe von ohngefähr 50,000 Meilen über die Erde geſezt, und vermöge ſeiner Schwere, oder eigentlicher, vermöge der erklärten Kräfte der gegenſeitigen Anziehung dieſer beiden Weltkörper, beſtrebt ſich der Mond alle Augenblicke auf die Erde herab zu fallen; vermöge der andern Kraft, nämlich der ihm vom Schöpfer mitgetheilten Bewegung aber, welche die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel bei weitem übertrift, kann er nicht mehr fallen, ſondern er wird in einem ewigen Cirkel um die Erde herum getrieben.

Dies iſt denn nun endlich das ganze Reſultat der Berechnung, die Newton, veranlaßt durch den Apfel, herausbrachte, und dies iſt das große Geſetz, nach welchem

chem ſich der Lauf des Mondes um die Erde, der Erde und des Mondes, und aller Planeten mit ihren Monden um die Sonne richtet: und dieſe Kräfte eben nennt man die Centripedal- und Centrifugalkräfte.

Nun ſahe Newton alſo ein, warum der Mond nicht auf die Erde herab fallen konnte, ohngeachtet er doch ſchwer iſt, nämlich, weil er in einer beſtändigen heftigen Schwungbewegung iſt; denn käme er einmal in Ruhe, ſo würde er gewiß herab fallen.

Die Schwere iſt demnach eine Eigenſchaft aller Körper auf der Erde, und ſelbſt des Mondes. Durch die Schwere wird der Mond gegen die Erde getrieben, und ſeine Bewegung beſtimmt, eben ſo wie die Schwere die Bewegung einer Kanonenkugel, oder eines mit der Hand geworfenen Steins beſtimmt.

Wir haben oben geſehen, daß ein Körper, wenn er bis in den Mittelpunkt der Erde käme, ſeine ganze Schwere verlieren würde, wir wiſſen ferner, daß je weiter er ſich von der Erde entfernt, er ebenfalls deſto leichter wird. In dieſer leztern Rückſicht, wollen wir noch eine kurze Betrachtung über die Schwere anſtellen. — Weil ſich nun die Attraction eben ſo vermindert, wie ſich die Quadrate der Entfernung vermehren: ſo kann es nach dieſer Regel nicht ſchwer ſeyn, das jedesmalige Gewicht eines Körpers in einer gewiſſen Höhe oder Entfernung von der Erde zu beſtimmen. Wollten wir alſo z. B. wiſſen, wie viel ein gewiſſer Körper, wenn er bis zur Entfernung des Mondes gebracht würde, noch wiegen würde, ſo dürfen wir nur dieſe Entfernung mit ſich ſelber multipliciren, und das Produkt wird das Gewicht, oder die verminderte Attraction anzeigen. Nun iſt der Mond ohngefähr 60 mal weiter von uns, als wir von dem Mittelpunkte der Erde; multipliciren wir alſo 60 mit 60, ſo kommt 3600 zum Produkt. Darnach beträgt die anziehende Kraft der Erde auf dem Monde 3600 mal weniger, als auf der

Erde

Erde ſelbſt. Geſezt alſo ein Körper wiege auf der Erde 3600 Pfund, ſo wird kein Menſch im Stande ſeyn, ihn zu halten. Aber man bringe ihn zur Entfernung des Mondes, und man kann ihn alsdann mit einem Finger erhalten, denn izt wiegt er nicht mehr als 1 Pfund, und noch weiter von der Erde weg, wiegt er noch weniger; in der Gegend eines Fixſterns, würde er gar keine Schwere mehr haben.

Wir wollen zum Vergnügen eine kleine Berechnung mit dem Monde anſtellen, um die Schwere dieſes Weltkörpers, wenn er auf unſerer Erde läge, und dann ſeine Schwere in ſeinem bekannten Abſtande von der Erde, zu finden; wobei es uns jedoch auf etliche Tauſend Pfunde auf- oder ab nicht ankommen muß. Der Mond iſt 49mal kleiner, als die Erde; ſein Durchmeſſer beträgt 468 Meilen, der Umfang 1470, der Oberflächenraum 687,960 Quadrat, und der körperliche Inhalt 53 Millionen und 660,000 Kubik-Meilen. (Man ſehe Vorleſ. 1r B. Seite 141. und 74. 75.) Der Mond hält alſo 53′,660,000 kubiſche oder würflichte Meilen. Eine jede Kubikmeile beträgt 8,000,000,000,000 (d. i. 8 Billionen) Kubikſchuh oder Fuß. Alſo iſt der ganze Flächeninhalt des Mondes 429‴,280,000″,000,000,000,000 (d. i. 429 Trillionen, und 280 tauſend Billionen) Kubikſchuh. Wir wollen die Materie, woraus der Mond beſtehen mag, nach einem ſehr leichten Gewichte, nämlich nach dem Gewichte der Waſſerſchwere berechnen, davon ein jeder Kubikſchuh 70 Pfund beträgt. — So nach wird nun die Schwere des Mondes, wenn er auf unſerer Erde läge, an Pfunden betragen 30,049,600,000,000,000,000,000 (d. i. 30 tauſend und 49 Trillionen 600,000 Billionen.) Wer begreift dieſe Schwere, da tauſend mal tauſend Millionen eine Billion, und tauſend mal tauſend Billionen eine Trillion machen. Vermöge der 60maligen weitern Entfernung aber, beträgt das Gewicht des Mondes in ſeiner Gegend 3600 weniger, welches ſich durch

die Diviſion ergiebt, und etwas über 8 Trillionen ausmacht. —

Die Erde, deren kubiſcher Inhalt 2,662,560,000 Kubikmeilen beträgt, würde nach der nämlichen Berechnung 1 Quadrillion, 491 tauſend und 33 Trillionen, und noch 600,000 Billionen Pfunde ſchwer ſeyn. — Wie ſchwer muß nicht die ungeheure Sonne ſeyn, die alle Planeten zuſammen mehr als 500 mal an Größe übertrift! Wer begreift es, wie dieſe unermeßlichen Laſten der Weltkörper ſo im Freien ſchweben, und mit unbegreiflicher Geſchwindigkeit ſich in ihren Kreiſen ſo herum ſchwingen können, wie wir es von den Planeten wiſſen? — Zwar die Geſetze dieſer Bewegungen ſind uns nunmehro bekannt; aber faſſen kann ſie unſer Verſtand doch nicht. Schon Hiob, der zu einer Zeit lebte, wo man noch keine ſyſtematiſche Naturlehre hatte, ruft, begeiſtert über die Wunder der Natur aus: Es hängt die Erde an nichts. (Kap. 26. v. 7.)

Vielleicht aber hat Hiob dieſe Worte in einem ganz andern Sinne genommen. — Wir wollen ſehen, ob wir wohl dieſen Sinn herausbringen. Betrachten Sie einmal die 11te Figur noch einmal, und erinnern ſich, daß ein Körper in dem Loche A. nicht weiter als bis an den Mittelpunkt C, und ein Körper in B. ebenfalls bis dahin fallen, daſelbſt aber beide ihre Schwere verlieren würden; welches alles ſchon erwieſen worden iſt. Was nun von den zween Körpern A. und B. gilt, das gilt auch von allen andern Körpern, die wir uns auf dem ganzen Erdboden vorſtellen können. Alle Körper auf der Erde würden, wenn der Erdboden unter ihnen wiche, bis an den Mittelpunkt fallen, und dort liegen bleiben. — Wir brauchen aber nicht einmal ihr Fallen anzunehmen, wir dürfen nur bei dem Druck ſtehen bleiben, den ſie alle, nach Verhältniß ihrer Maſſen, gegen die Erde äuſſern. Nun wollen wir ſetzen, die Körper A. D. G. H. I. K. B. L. M. N. O. P. wären jeder 1000 Centner ſchwer, oder ſie würden jeder

mit

mit einer Kraft von 1000 Centnern an die Erde angezogen; was würde daraus folgen? — A. würde alſo mit 1000 Centnern gegen den Mittelpunkt C. drücken, und B. würde mit der nämlichen Kraft dahin wirken. Eben ſo wird D. und L, G. und M, H. und N, I. und O, und K. und P. einander entgegen drücken. Gleich große Kräfte aber, die einander in einer geraden Linie einander entgegen wirken, heben einander auf, ohne daß daraus eine andere Wirkung erfolgen könnte. Nun nennen wir die Wirkungen und Gegenwirkung der Schwere das Gewicht. So nach hebt die, nach entgegenſtehender Richtung arbeitende Schwere die Wirkung, d. i. das ganze Gewicht des Erdballs auf. — Wenn nun eine Kraft die andere aufhebt, was bleibt übrig? — Nichts. — So hat alſo Hiob mit Recht geſagt: Er hänget die Erde an Nichts.

Dies, meine Wertheſten, iſt nicht etwa nur eine gelehrte Grille, ſondern es iſt mathematiſch erwieſene richtige Wahrheit; ob ſie gleich parador zu ſeyn ſcheint, wenn man nach dem Gegentheil, von der Schwere der einzelnen Körper, auf die Totalſchwere der ganzen Erde ſchließt.

Unſere Erde, ſo wie auch alle Weltkörper haben, an und für ſich betrachtet, in der That keine Schwere, obgleich ihre einzelnen Theile ſchwer ſind; denn die Kräfte, womit ſie einander entgegen arbeiten, heben einander auf: und ſomit hebt ſich auch jenes Gewicht der Erde und des Mondes, welches ich nur zum Vergnügen berechnete, auf.

Aber in Verbindung der Weltkörper unter einander ſelbſt haben ſie allerdings eine gewiſſe Schwere, d. h. ſie werden mit einer gewiſſen Kraft, die mit ihren Maſſen und Entfernungen in Verhältniß ſtehen, gegeneinander angezogen. So wird, wie ſchon etliche mal geſagt worden, der Mond von der Erde, die Erde von der Sonne, u. ſ. w. angezogen.

Es iſt oben geſagt worden, daß die Körper ihre Schwere an verſchiedenen Orten der Erde verſchiedentlich

verändern. So wiegt z. B. ein gewiſſer Körper unter der Linie, oder auf dem Aequator weniger als an den Polen. Man hat daraus die pomeranzenförmige Geſtalt der Erde erwieſen. Aber wie hat man dieſe Erfahrung angeſtellt? — Mit einer Waage und Gewichte geht das — wie ſchon bemerkt worden, doch nicht an? —

Dieſe Erfahrung beruht auf einem kleinen ſehr unbedeutend ſcheinenden Inſtrumente, welches man ein Pendul nennet, und deſſen Einrichtung und Gebrauch ich zuerſt erklären will.

Wenn man ein kleines Gewichte, z. B. eine Bleikugel an einem Faden aufhängt, und ihr einen Stoß giebt; ſo ſchwingt ſie ſich eine zeitlang hin und her. Auf das Gewicht der angehängten Körper kommt nichts an, wenn ſie nur von gleicher Maſſe ſind; denn es iſt gleich viel, ob daſſelbe ein Loth oder ein Pfund wiegt; aber von der Länge des Fadens hängt es ab, ob die Schwingungen langſamer oder geſchwinder werden ſollen. Je länger der Faden iſt, deſto größer und langſamer ſind die Schwingungen, und je kürzer derſelbe iſt, deſto kleiner und geſchwinder werden ſie. Jedoch, wenn man an zwei Pendule von gleicher Länge, zwei Körper von verſchiedener Materie, z. B. an das eine ein Stück Kork, und an das andere eine Bleikugel hienge; ſo würde, wenn beide Stück von einer Größe wären, leztere geſchwinder gehen als das erſte, weil die Körper von ſchwerer Art in freier Luft geſchwinder fallen, als die Körper von leichterer Art.

Nun betrachten Sie die 15te Figur. Auf derſelben ſtellt die Linie C. M. einen Faden vor, an welchem die Kugel D. hängt. Stößt man die Kugel von D. bis A. in die Höhe: ſo kann ſie daſelbſt nicht hängen bleiben, und ſie würde in einer ſenkrechten Linie herabfallen, wenn ſie nicht durch die Gegenwirkung des Fadens zurück gehalten würde. Da nun der Zug des Fadens, und die Kraft der Schwere in dieſem Falle nach verſchiedenen Richtungen wirken; ſo muß das Pendul nunmehr durch eine zuſammenge-

mengeſezte Bewegung, und zwar durch den Cirkelbogen A. D. herabfallen, welches denn eben ſo viel iſt, als ob es durch die Höhe M. D. herabgefallen wäre. Durch dieſen Fall erhält die Kugel eine gewiſſe Geſchwindigkeit, welche ſie in den Stand ſezt, auf der andern Seite wieder eben ſo hoch zu ſteigen, als ſie gefallen iſt, nämlich von D. nach B, oder nach ſenkrechter Linie von D. bis M. Iſt dieſe Geſchwindigkeit erſchöpft, ſo kehrt die Kugel wieder nach D. und A. zurück: und dieſe Vibrationen würden unaufhörlich fortwähren, wenn der Widerſtand der Luft und das Reiben des Fadens weggenommen werden könnten.

Iſt nun der Faden C. D. kurz: ſo iſt auch der Bogen A. D. B. klein, und die Kugel kann ihn in einer kurzen Zeit zurück legen. Iſt er aber lang, ſo iſt auch der Bogen groß, und die Zeit, in welcher die Kugel den größern Bogen durchläuft, muß länger dauern. Iſt der Bogen nicht allzugroß, wodurch das Pendul auf- und niederſteigt: ſo geſchehen die Schwungbewegungen allemal in einerlei Zeit. Nämlich, wenn das Gewichte an dem Perpendikel, z. B. eine Secunde zum Herabfallen nöthig hat, ſo braucht es auch wieder eine Secunde, um auf der andern Seite durch einen eben ſo großen Bogen in die Höhe zu ſteigen.

Wie kann man nun durch dieſes Inſtrument wiſſen, ob ein Körper an einem gewiſſen Ort der Erde leichter oder ſchwerer ſey? —

Man richtet dieſes Pendul an eine ſehr accurat eingerichtete Uhr, um es in einem beſtändigen Schwung zu erhalten, und giebt ihm eine gewiſſe Anzahl Schwingungen in einer beſtimmten Zeit, welches durch eine gehörige Länge des Stabes, den man anſtatt des Fadens nehmen muß, geſchiehet. Nun hat man durch vielfältige Verſuche gefunden, daß ein Pendul, wenn die Länge ſeines Fadens oder der metallnen Stange, vom Mittelpunkte der Kugel an gerechnet, bis an den Punkt, woran es hängt, genau 3 Fuß $8\frac{1}{2}$ Linie, Pariſer Maas beträgt, bei uns 60 Schwingungen in einer Minute macht. Man ſagt alſo:

ein Pendul von einer ſolchen Länge macht bei uns lauter Secundenſchwingungen.

Ein ſolches, an eine Uhr gerichtetes Pendul erfodert die größte Accurateſſe und Genauigkeit, und ſehr viele mathematiſche Kenntniſſe, wenn es ſeine Dienſte vollkommen leiſten ſoll; und dennoch iſt es zween natürlichen Fehlern unterworfen, die der größte Künſtler nicht abſtellen kann. Nämlich, alle Materien und Körper, und mithin auch die metallnen Stangen werden von der Wärme ausgedehnt und verlängert, von der Kälte hingegen zuſammengezogen und verkürzt. Folglich machen auch die Pendule im Sommer, weniger Schwingungen in einer gewiſſen Zeit, als im Winter, weil ſie von der Wärme im Sommer etwas länger, von der Kälte aber im Winter etwas kürzer werden, als dieſelben ſeyn müſſen, wenn ſie in einer Minute genau 60 Schwingungen machen ſollen.

Wenn man nun ein ſolches Pendul von einem Ort zum andern bringt, und die gehörige Behutſamkeit anwendet, daß die Länge unverändert bleibt, ſo kann man durch Hülfe deſſelben unterſuchen, ob die Schwere der Körper an dieſen Oertern gleich ſey oder nicht. Bemerkt man an dem einen Orte eben ſo viel Schwingungen in einer gewiſſen Zeit als an dem andern; ſo muß die Schwere der Körper an beiden Orten gleich groß ſeyn. Iſt aber die Anzahl der Schwingungen ungleich; ſo läßt ſich daraus ſchlieſſen, daß an demjenigen Orte, wo das Pendul mehr Schwingungen macht, die Schwere der Körper mehr betragen müſſe, als an dem andern, wo die Zahl der Vibrationen des Penduls geringer iſt. — Der Grund davon liegt in dem ſchon erklärten Geſetz der Schwere, daß nämlich ein ſchwerer Körper geſchwinder fällt als ein leichterer.

Da nun ein Pendul auf der Spitze eines hohen Berges langſamer geht, als an dem Fuße deſſelben; ſo muß die Schwere der Körper in einer größern Entfernung von dem Mittelpunkt der Erde geringer ſeyn, als in einer kleinen

nen Entfernung; welches ſich auch ſchon daraus ergiebt, weil die anziehende Kraft der Erde deſto weniger beträgt, je weiter die Körper von ihr entfernt ſind. —

Auf dieſe Art wurde denn auch der Streit über die Geſtalt der Erde, wovon ich damals in der 4ten Vorleſung des erſten Bandes ſagte, auf eine glücklichere Art entſchieden, als man ſonſt in der politiſchen Welt Streitigkeiten entſcheidet. —

Herr de la Condamine fand, daß ſein Pendul innerhalb 24 Stunden am Ufer des Amazonenfluſſes zu Para in Amerika 98,770, in der Stadt Quito ohngefähr 98,740, und auf dem Berge Pichinoha 98,720 Schwungbewegungen vollendete. Quito aber liegt ohngefähr 1400 Toiſen höher als Para, und der Gipfel des Berges Pichinoha 750 Toiſen höher als Quito.

In den Gegenden, die dem Aequator nahe liegen, bewegt ſich ein Pendul langſamer, als in ſolchen, die weiter vom Aequator entfernt ſind. Herr Richer, ein franzöſiſcher Gelehrter, bemerkte im Jahr 1672, auf der Inſel Cayenna, welche ohngefähr 5 Grad vom Aequator entfernt iſt, daß ſeine Penduluhr daſelbſt täglich um 2 Minuten 28 Secunden langſamer gieng, als in Frankreich, und daß ein Pendul, welches in Paris Secunden ſchlägt, auf dieſer Inſel um 1¼ Linie verkürzt werden müſſe, wenn es daſelbſt ebenfalls Secunden ſchlagen ſollte. Hingegen fand der Herr Maupertius und die übrigen Meßkünſtler, welche dahin geſchickt worden waren, um zur Beſtimmung der Figur unſerer Erde einen Grad des Mittagscirkels zu meſſen, daß die Penduluhr binnen 24 Stunden um 59 Secunden geſchwinder gegangen war, als in Paris, ohngeachtet man in beiden Orten die Uhr in gleich warmen Zimmern gehabt hatte, ſo daß die Wärme und Kälte keine Veränderung in der Länge des Perpendikels hätte verurſachen können. Aus dieſem, und aus mehrern angeſtellten Beobachtungen anderer Gelehrten, ergiebt ſich nun

alſo, daß, weil ein Pendul ſich deſto geſchwinder bewegt, je näher der Ort gegen die Pole zu liegt, und deſto langſamer, je geringer ſein Abſtand vom Aequator iſt, die Schwere nahe an den Polen größer, und nahe am Aequator geringer ſeyn müſſe.

Noch iſt bei der Betrachtung der Schwere der Körper ein Umſtand übrig, und der betrift das Fallen derſelben.

Man würde ſich ſehr irren, wenn man glauben wollte, daß ein Körper von einer gewiſſen Höhe mit gleicher Geſchwindigkeit falle. In einer kleinen Höhe wird das freilich nicht merklich; aber man laſſe einen Stein in einen ſehr tiefen, überbauten Brunnen fallen, ſo wird man an dem wachſenden Geräuſch, welches der Stein verurſacht, indem er die Luft im Brunnen durchſchneidet, ſehr deutlich wahrnehmen, daß er immer geſchwinder fällt, je tiefer er kommt. Nach dieſem Geſez richten ſich alle Körper, und es iſt auch ganz natürlich, denn die Kraft der Schwere wirkt alle Augenblicke auf ſie, und ertheilt ihnen beſtändig einen neuen Grad von Geſchwindigkeit der zu der vorigen fortdauernden Geſchwindigkeit hinzukommt.

Nach ſorgfältig darüber angeſtellten Beobachtungen hat man gefunden: daß ein Körper, wenn er in dem erſten Zeitpunkte einen gewiſſen Raum herabfällt, den wir Eins nennen wollen, er in dem nämlichen zweiten Zeitraume durch eine Höhe, die dreimal ſo viel beträgt, in dem dritten fünfmal, und ſo fort falle nach der Reihe der ungleichen Zahlen, 1, 3, 5, 7, 9, u.ſ.w. Es ſey der

Augenblick der Zeit: 1.2.3.4.5. 6. 7. 8. 9. ſo iſt der durchlaufene Raum 1.3.5.7.9. 11.13.15.17. u.ſ.w.

Weil nun die durchlaufenen Räume zuſammengezählt, allemal ſo viel betragen, als der verfloſſene Zeitraum mit ſich ſelbſt multiplicirt, ſo ſagt man, die Geſchwindigkeit eines fallenden Körpers wachſe, wie das Quadrat der Zeit, die er zu ſeinem Fall verwendet. Es bewegt ſich alſo ein fallender Körper in 2 Secunden durch 1 + 3, d. i. durch 4 Räume, in 3 Secunden durch 1. + 3. + 5. d. i. durch 9 Räume, in 4 Secunden durch 1. + 3. + 5. + 7, d. i.

d. i. durch 16 Räume, in 5 Secunden durch 1. + 3. + 5. + 7. + 9. d. i. durch 25 Räume und ſo fort. Dieſe Rechnungsart iſt uns nun ſchon bekannt. Man findet ſolchergeſtalt den Raum, den ein Körper durchgefallen iſt, allemal, wenn man die Zeit ſeines Falles mit ſich ſelbſt multiplicirt. Z. B. Wie tief iſt ein Körper in 6 Secunden gefallen? Antw. 36 mal tiefer als er in der erſten Secunde fiel. Es fällt aber ein Körper in der erſten Secunde 15 Schuhe *). In der 2ten Secunde 45 Schuh, in der 3ten 75 Schuh, in der 4ten 105 Schuh u. ſ. w. Folglich findet man die Höhe, von welcher ein Körper in einer gewiſſen Zeit gefallen iſt, wenn man die Zeit (Secunden) mit ſich ſelbſt, und das Product mit 15 multiplicirt, welches ſodann die Zahl der Schuh anzeigt. Alſo fällt ein Körper in 6 Secunden 540 Schuh. Es iſt demnach ſehr leicht, die Höhe zu beſtimmen, wenn man die Zeit weiß, die ein Körper gebraucht hat, herunter zu fallen, und umgekehrt die Zeit zu beſtimmen, wenn man die Höhe weiß. — Ich will für beide Fälle ein Exempel nach gewöhnlicher Rechnungsmethode, zum Schema herſetzen.

Ein Körper hat 13 Secunden zu ſeinem Fall gebraucht, wie hoch iſt er gefallen? — Antw. 2535.

1) 13 Secunden multiplicirt mit ſich ſelbſt, beträgt demnach das Quadrat der Zeit

13
13
———
39
13
———
169 Räume, dieſe multiplicirt mit
15
———
845
169
———
2535 Schuh. —

2) Ein

*) Anm. Eigentlich fällt ein Körper, genau gerechnet, in der erſten Secunde 15 Schuh, 1 Zoll $2\frac{1}{18}$ Linie, in der andern 45 Schuh 3 Zoll $6\frac{1}{8}$ Linie u. ſ. f.

2) Ein Körper ſoll von einer Höhe fallen, die 4860 Schuh beträgt, wie viel wird er Zeit dazu brauchen? Antw. 18 Secunden.

Um dergleichen Exempel auszurechnen, muß man eigentlich die Quadrat-Wurzel aus einer Zahl auszuziehen wiſſen. Weil aber das eine verdrüßliche Rechnung, und überhaupt nicht jedermanns Sache iſt: ſo kommt man eben ſo kurz weg, wenn man erſt mit 15 in die Summe dividirt, um die Räume heraus zu bringen, und ſodann durch Verſuche, Zahlen miteinander ſelbſt multiplicirt, bis man ein Produkt bekommt, welches dem erhaltenen Quotienten gleich iſt. Der Multiplicator oder Multiplicandus (das iſt eine von den beiden multiplicirten Zahlen) zeigt ſodann die Zeit an.

Z. B. 4860 dividirt durch 15 giebt 324.

15|4860|324 Quot. Zu 324 ſuche man nun
36

durchs multipliciren einer Zahl mit ſich ſelbſt, ſo lange, bis das Produkt dieſer Zahl gleich iſt, und das iſt hier 18, denn 18 mal 18 iſt 324, und alſo iſt 18 Secunden der Zeitraum, welchen der Körper nöthig hat, um 4860 Schuh zu durchlaufen, oder zu fallen.

Es würde in mehrern Fällen dienlich ſeyn, wenn man ſich ein ſolches Einmal Eins, von 1 — 100, eine Zahl allemal mit ſich ſelbſt multiplicirt, machte. Ich will nur ein kleines Schema dazu geben:

Wurzel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	u. ſ. w.
Quadrat	1	4	9	16	25	36	9	64	81	100	121	144	169	

Und weil auch zuweilen Cubikberechnungen vorkommen: ſo will ich auch darzu noch ein Beiſpiel geben:

Wurzel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quadr.	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Kub. Zahl	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000

Dergleichen Tafeln nennt man Quadrat- und Kubikwurzeltafeln.

Um meinen Leſern jedoch ſo viel als möglich, die Kopfzerbrechende Arbeit des Rechnens zu erſparen, will ich, zur beque-

bequemern Ueberſicht der vermehrten Geſchwindigkeit des Falles eines Körpers folgende Tabelle herſetzen, die für die am gewöhnlichſten vorkommenden Fälle genug ſeyn wird.

Tabelle.

Einzelne Glieder der Zeit und einzelne Räume.			Zuſammengezählte Zeitmomente nebſt durchlaufenen Räumen.	
Zeit Sekunden.	Einzelne Räume betragen an	Schuhen	Räume	Schuhe
1 Sec.	1 Raum	15 Sch.	1 Raum —	15 Schuh
2 .	3 × 15	45 .	4 × 15	60 .
3 .	5 × 15	75 .	9 × 15	135 .
4 .	7 × 15	105 .	16 × 15	240 .
5 .	9 × 15	135 .	25 × 15	375 .
6 .	11 × 15	165 .	36 × 15	540 .
7 .	13 × 15	195 .	49 × 15	735 .
8 .	15 × 15	225 .	64 × 15	960 .
9 .	17 × 15	255 .	81 × 15	1215 .
10 .	19 × 15	285 .	100 × 15	1500 .
11 .	21 × 15	315 .	121 × 15	1815 .
12 .	23 × 15	345 .	144 × 15	2160 .
13 .	25 × 15	375 .	169 × 15	2535 .
14 .	27 × 15	405 .	196 × 15	2930 .
15 .	29 × 15	435 .	225 × 15	3365 .
16 .	31 × 15	465 .	256 × 15	3830 .
17 .	33 × 15	495 .	289 × 15	4325 .
18 .	35 × 15	525 .	324 × 15	4860 .
19 .	37 × 15	555 .	361 × 15	5415 .
20 .	39 × 15	585 .	400 × 15	6000 .

So wie ein Körper, wenn er aus einer gewiſſen Höhe herabfällt, ſein Fallen mit jeder Secunde beſchleunigt, ſo verliert ein in die Höhe ſteigender Körper in eben dieſem aber umgekehrten Verhältniß, mit jedem Augenblick an ſeiner Geſchwindigkeit. Wenn er z. B. in der erſten Secunde einen Raum durchläuft, den wir 11 nennen wollen: ſo ſteigt er in der zweiten Secunde nur 9, in der dritten 7, in der vierten 5, in der fünften 3, und in der ſechſten Secunde nur noch einmal ſo hoch. Hätte er alſo in der erſten Secunde 165 Schuh durchlaufen, ſo ſteigt er in der 2ten

nur 135, in der 3ten 105, in der 4ten 75, in der 5ten 45, und in der 6ten 15 Schuh. Eine Zeichnung wird dieſes deutlicher machen. Es ſey z. B. Fig. 16. Tab IV. A. eine ſenkrecht errichtete Kanone oder Bombenkeſſel, und es werde die Bombe B. dergeſtalt aus derſelben durch die Gewalt des Pulvers getrieben, daß ſie in der erſten Secunde die 11 Räume von A. bis C. jeden zu 15 Schuh durchläuft, ſo ſteigt ſie in der 2ten Secunde durch den Raum von C bis D. 9 Räume, von D bis E. in der 3ten Secunde 7 Räume, in der 4ten Secunde von E. bis F. 5 Räume, in der 5ten von F. bis G. 3 Räume, und in der 6ten Secunde von G. bis B. nur einen Raum. Hier kehrt ſie nun ſogleich im lezten Augenblick ihres Steigens um, und fällt wieder in 6 Secunden durch die 36 Räume, und zwar in der erſten von B. bis G. in der zweiten von G. bis F. u. ſ. w. welches alles nun hinlänglich erkläret worden iſt.

Es läßt ſich daher leicht berechnen, wie hoch ein Körper geſtiegen iſt, wenn man nur die Zeit die zwiſchen dem Anfange des Steigens und Ende des Fallen verſtrichen iſt, genau bemerkt. Wir wollen z. B. annehmen, daß 10 Secunden verfloſſen wären, ehe eine gerade in die Höhe geſchoſſene Kugel den Ort wieder erreicht hätte, von welchem ſie in die Höhe geſchoſſen worden; ſo iſt klar, daß ſie 5 Secunden zum Steigen und 5 Secunden zum Fallen gebraucht hat. Multiplicirt man nun die Zeit mit ſich ſelbſt, ſo kommen 25 Räume zum Produkt, und dieſe mit 15 multiplicirt, geben eine Höhe von 375 Pariſer Fuß, welche die Kugel erreicht hat. Die Regel alſo, nach welcher ſich die Höhe berechnen läßt, die ein gerade aufwärts geworfenen Körper erreicht hat, iſt folgende: Man halbire die in Secunden ausgedrückte Zeit, welche zwiſchen dem Anfange des Steigens und Ende des Falles verſtrichen iſt, ; das Quadrat von dieſer Hälfte multiplicire man in 15 Schuh, oder will man noch genauer verfahren, in 15 Schuh 1 Zoll $2\frac{1}{18}$ Linie, ſo wird das Produkt die verlangte Höhe anzeigen. Welche angenehme Folgerungen laſſen ſich nicht hieraus ziehen. Aber ich muß hier ſchlieſen.

Sie-

Siebente Vorleſung.

Fortſetzung der Betrachtung der Schwere.

Wenn dieſe Vorleſungen einen wahren und weſentlichen Nutzen für Sie haben ſollen, meine Wertheſten! — ſo iſt es nicht genug, wenn ich Ihnen die Geſetze, welche wir in den Wirkungen der natürlichen Kräfte bemerken, bekannt mache, und erkläre, und wenn ich Sie blos in den Stand ſetze, dieſe Geſetze einzuſehen und zu verſtehen; ſondern ich muß Ihnen auch die Folgerungen und Reſultate vor Augen legen, welche ſich daraus herleiten laſſen, ich muß dieſelben auf die Vorfälle im menſchlichen Leben anwendbar zu machen, und die ſonderbaren Erſcheinungen, die wir im Lauf der Dinge gewahr werden, zu erklären ſuchen.

Noch am Ende der leztern Vorleſung ſagte ich, auf welche Art uns die Wiſſenſchaft von dem Fallen eines Körpers nützlich werden könnte, nämlich um die Höhe zu beſtimmen, von welcher er gefallen iſt. Ich will noch einige Beiſpiele dazu geben. Geſezt wir ſtünden bei einem Brunnen, und wollten ſeine Tiefe wiſſen, wir hätten aber keinen Faden oder Stange, um ihn zu meſſen: ſo werden wir doch leicht einen Stein finden, den wir hinein werfen können. Wir dürfen nur eine Uhr bei uns haben, welche in jeder Secunde einen oder mehrere Schläge macht, oder wir dürfen uns nur üben, den Zeitraum einer Secunde zu zählen: ſo kann es uns mit allen dieſen Hülfsmitteln nicht ſchwer werden, die Tiefe des Brunnens zu beſtimmen; denn wir dürfen nur die Zeitmomente, oder Secunden zählen, die der Stein von dem Augenblick, da wir ihn aus

der Hand loslaſſen, bis zu ſeinem Auffallen auf dem Boden des Brunnen nöthig gehabt hat, dieſen Zeitraum mit ſich ſelbſt, und dieſes Produkt wieder mit 15 multipliciren, ſo haben wir die Tiefe des Brunnen nach Schuhen oder Füſſen, ziemlich genau. Nach der nämlichen Verfahrungsart können wir eben ſo leicht die Höhe eines Thurms u. ſ. w. beſtimmen.

Doch es giebt noch weit mehr Fälle, wo uns das Fallen der Körper nützlich werden kann; nämlich um verſchiedene merkwürdige Wirkungen der Natur zu erklären, die uns gar ſehr befremden würden, wenn uns die, nun erklärten Geſetze, nach welchen die Schwere ſich richtet, noch unbekannt wären.

Man weiß nämlich, daß die Schloſſen in manchen Gegenden, die ihrer beſondern Lage wegen, vorzüglich ſtarken Gewittern ausgeſezt ſind, zuweilen nicht nur Menſchen und Vieh tödten, ſondern auch die Dächer der Häuſer und Aeſte der Bäume zerſchmettern, ſo daß es ſcheint, als ob ſie mit einer gewiſſen Gewalt aus den Wolken gleichſam herab geworfen würden, und keinesweges blos vermöge ihrer eigenen Schwere niederfielen. Gleichwohl hat man dieſe, ihre auſſerordentliche Geſchwindigkeit, und mithin auch die ſchrekliche Wirkung derſelben, weiter nirgends, als in der Beſchleunigung zu ſuchen, die ſie während ihres Falles von der Schwere erhalten. Wenn eine ſolche Gewitterwolke nur eine halbe teutſche Meile hoch gehet, und unterweges den herabfallenden Schloſſen kein Widerſtand geſchiehet: ſo brauchen ſie ohngefähr 27 Secunden, um den Erdboden zu erreichen, und ſie fallen folglich in der lezten Secunde wohl 800 Fuß tief; welches überaus viel iſt, da eine Kugelbüchſe die Kugel kaum ſo geſchwinde forttreibt. Es iſt aber ein Glück, daß die Schloſſen von der Luft in ihrem Falle merklich aufgehalten werden, folglich mit einer geringern Geſchwindigkeit als hier angegeben, den Erdboden erreichen; denn ſonſt würden ſie noch weit mehr Schaden anrichten, als gewöhnlich geſchiehet.

ſchiehet. — Wir würden ſogar von den Regentropfen und Schneeflocken nicht ſelten ſchmerzhafte Empfindungen haben, weil auch dieſe oft aus einer großen Höhe herabfallen, wenn ſie nicht zu lockere Körper wären, die von dem Widerſtande der Luft aufgehalten werden, ſo daß ſie nur langſam, und nicht mit ihrer natürlichen Geſchwindigkeit und Schwere auf die Erde fallen.

Ich würde noch mehrere dergleichen Folgerungen aus der Kraft der Schwere herleiten können; wir wollen uns aber nicht gar zu lange dabei verweilen, zumal da ich noch einige andere Erſcheinungen zu erklären habe, die aus der oben erklärten Affinität oder Verwandſchaft der Theilchen und aus der Attraction folgen.

Die verſchiedene Attraction verſchiedener Materien pflegt man Affinität oder Verwandſchaft zu nennen.

Wenn alſo ein paar Materien einander ſtark anziehen; ſo ſagt man von ihnen, ſie ſtehen in einer nähern Verwandſchaft mit einander, als ein paar andere Materien, die einander nur ſchwach anziehen. So nach ſind Waſſer und Oel nicht merklich miteinander verwandt, wohl aber Waſſer und Wein, denn Waſſer und Wein vermiſchen ſich miteinander, wenn man ſie zuſammen gießt, Waſſer und Oel hingegen vermiſchen ſich nicht. Eben ſo vermiſchen ſich auch die geſchmolzenen Metalle miteinander: folglich findet zwiſchen Materien dieſen ebenfalls eine Attraction oder nahe Verwandſchaft ſtatt.

Es müſſen ſich aber überhaupt gar keine Materien miteinander vermiſchen, wenn ihre Theilchen keine Attraction gegen einander äuſſerten. Man möchte ſie noch ſo ſehr unter einander rühren; die dichtern würden ſich doch bald zu Boden ſetzen, und von den lockern trennen, wie dieß der Fall beim Oel und Waſſer iſt, wo das Oel allemal ſogleich in die Höhe ſteigt, und ſich vom Waſſer trennt, ſo bald man das Glas, worinnen beide Materien ſich befinden, nicht mehr ſchüttelt.

Es iſt merkwürdig, daß dergleichen Materien, die in einer nahen Verwandſchaft ſtehen, nach ihrer Vermiſchung gewöhnlich einen kleinern Raum einnehmen, als vorhero. Denn wenn man z. B. 5 kupferne Kugeln, wovon jede ein Pfund wiegt, in ein eigenes dazu gemachtes Loch, welches man die Kugellehre nennt, genau paßt, mit einer zinnernen Kugel, die ebenfalls ein Pfund wiegt, zuſammenſchmelzt, ſodann aber das vermiſchte flüßige Metall wieder in die Kugelform gießt, in welcher vorher die fünf küpfernen Kugeln geformt waren; ſo bekommt man nicht 6 Kugeln, ſondern nur 5: aber dieſe 5 wiegen doch zuſammengenommen 6 Pfund, indem ſie nun aus 5 Pfund Kupfer, und einem Pfund Zinn beſtehen. Mithin kriecht hier die zinnerne Kugel gleichſam in die fünf kupfernen hinein; denn jede der 5 Kugeln, die nun aus dem gemiſchten Metalle beſtehen, iſt nicht größer, als vorher eine kupferne iſt; woraus alſo leicht abzunehmen, daß die Theilchen des Zinnes bei der Vermiſchung in die, an ſich leeren Zwiſchenräumchen des Kupfers hinein ſchlüpfen, und ſich darinnen feſt ſetzen.

Eben darum iſt aber auch ein ſolches gemiſchtes Metall weit dichter und feſter, als jedes andere, aus welchem die Miſchung beſtehet, für ſich betrachtet, und eben deswegen pflegt man auch Glocken und Geſchütz aus dergleichen gemiſchten Metall zu gießen.

Gießt man ferner eine Flaſche Weingeiſt zu einer eben ſo großen Flaſche Waſſer: ſo erhält man eine Miſchung von Weingeiſt und Waſſer, welche nicht völlig zwei ſolche Flaſchen, ſondern etwas weniger beträgt, woraus abermals leicht abzunehmen, daß die Theilchen des einen dieſer beiden flüßigen Materien ſich zum Theil in die leeren Zwiſchenräumchen der andern begeben.

Auf dieſer beſondern Eigenſchaft der Materien beruhen nun auch diejenigen chymiſchen Operationen, welche die Namen: Solution, oder Auflöſung, Präcipitation oder

oder Niederſchlagung, Kryſtalliſation und Koagulation oder Gerinnung führen, indem durch dieſe Operationen die vermiſchten Materien theils voneinander geſchieden, theils auf eine andere Weiſe miteinander verbunden, und unter neuen Eigenſchaften, die ſie von Natur nie ſelbſt erlangen, dargeſtellet werden.

Ich will einige dieſer Operationen aus einem Schriftſteller entlehnen, und hier anführen.

Wenn die Attraction der Theilchen einer flüßigen Materie gegen die Theilchen einer feſten, auf welche man die flüßige gegoſſen hat, ſo ſtark iſt, daß dadurch die Theilchen der feſten ſich trennen, und in die Zwiſchenräume der flüßigen hineinſchlüpfen, folglich unſichtbar werden: ſo ſagt man, die feſte Materie werde von der flüßigen aufgelößt, indem dieſe Veränderung ſelbſt, welche ſolchergeſtalt hiebei vorgehet, eine Auflöſung, das flüßige Weſen hingegen, welches dieſe Auflöſung verurſacht, ein Auflöſungsmittel genannt wird.

Man ſchütte ein wenig Meßingfeilſpäne in Scheidewaſſer, ſo ſteigen in demſelben ſofort eine Menge feiner Bläschen von dem Kupfer mit großer Geſchwindigkeit in die Höhe, ſo daß das Waſſer davon in Wallung und Hitze, wie ſiedendes Waſſer geräth. Dabei färbt ſich das Scheidewaſſer grün, bleibt aber doch durchſichtig und klar, indem die Meßingſpäne gar bald gänzlich verzehret und unſichtbar werden. Man wiederholt das Hineinwerfen der Feilſpäne, ſo wird das Scheidewaſſer immer mehr grün werden, indem ſie ſelbſt verzehret werden. Endlich aber wird die Wirkung ſchwächer, und hört zulezt ganz auf. Man mag denn ſo viel hinein werfen als man will, ſo werden ſie nicht mehr aufgelößt, ſondern bleiben ruhig und unverändert auf dem Boden liegen, daher denn auch weiter kein Geräuſch und keine Wallung mehr an dem Scheidewaſſer wahrzunehmen iſt.

Alſo iſt hier Scheidewaſſer das Auflöſungsmittel, die Feilſpäne die aufzulöſende Materie, die ganze dabei vor-

gegangene Veränderung aber die Auflöſung. Oft nennt man aber auch das durchſichtige flüßige Weſen, worinnen die Theilchen einer andern Materie unſichtbar enthalten ſind, die Auflöſung oder Solution, und in dieſem Verſtande kann man hier das grüngefärbte Scheidewaſſer eine Meßingauflöſung nennen.

Je kleiner die Stücke der aufzulöſenden feſten Materie ſind, deſto geſchwinder geht auch die Solution von ſtatten, weil das Auflöſungsmittel die feſten Materien auf ſolche Weiſe an deſto mehr Stellen oder Punkten angreifen kann. Aber eine gewiſſe Quantität eines Auflöſungsmittels kann nur eine beſtimmte Menge einer andern Materie auflöſen, oder in ſich nehmen. Wenn alſo das Auflöſungsmittel, wie man ſagt, geſättigt (ſaturirt) iſt, kann es von der vorigen Materie nichts mehr auflöſen. Denn wenn man zulezt noch mehr Feilſpäne in das Scheidewaſſer wirft: ſo werden ſie unverändert liegen bleiben. In dieſem Falle ſind alſo die Zwiſchenräumchen des Scheidewaſſers von dem Meſſing ganz erfüllet. Aber deswegen kann es doch oft noch eine dritte Materie in großer Menge auflöſen, ohngeachtet es ſchon mit einer andern geſättigt iſt. Wirft man z. B. etwas Marmor in die vorige Meßingſolution; ſo entſteht aufs neue ein großes Geräuſch darinnen, und es löſt ſich nun noch Marmor in dieſer Solution auf; denn die Attraction zwiſchen dem Marmor und Scheidewaſſer iſt weit ſtärker, als zwiſchen dem Scheidewaſſer und dem Meßing, und aus dieſer Urſache wirkt das Scheidewaſſer allerdings noch auf den Marmor, wann es nicht mehr Kraft genug hat, auf Kupfer oder Meßing zu wirken.

Man bemerkt bei den meiſten Solutionen noch einige ganz beſondere Eigenſchaften, nämlich bei einigen entſtehet große Kälte, bei andern große Hitze. Bei der angegebenen Meßingſolution entſtand eine ſtarke Hitze, wirft man aber Eis in Scheidewaſſer, ſo entſtehet eine erſtaunliche Kälte.

Es iſt übrigens nicht eben nothwendig, daß eine von den beiden Materien, die ſich vermöge ihrer Attraction innig vermiſchen ſollen, flüßig, die andere aber feſt ſey, ſie können beide flüßig ſeyn. Und wenn ſie nicht ſchon an ſich flüßig ſind, ſo können ſie beide entweder mit Waſſer oder mit Feuer flüßig gemacht werden.

Will man z. B. Weingeiſt in Waſſer auflöſen laſſen, ſo geſchieht ſolches augenblicklich, ſo bald man die gehörige Menge von dem einen und andern zuſammen gießt; und ſie ſind beide flüßig.

Aber fettige Oele, die doch auch flüßig ſind, kann Waſſer an ſich freilich nicht auflöſen, man muß vielmehr daſſelbe zuvor mit gewiſſen Salzen, die den Namen alkaliſcher Salze führen, und zu welchem die bekannte Potaſche gehöret, recht ſättigen. Alsdann läßt ſich nicht nur fettes Oel, ſondern auch Talg und Harz in dieſem Waſſer, welches man Lauge nennt, gar bald auflöſen, beſonders wenn ſofort alles zuſammen erhizt oder geſotten wird, und es iſt leicht zu erachten, daß dieſe Solution keinesweges von dem Waſſer, ſondern blos von den darinnen enthaltenen alkaliſchen Salztheilen bewirkt werde. Auf dieſen Grundſätzen beruht eine der unentbehrlichſten und nützlichſten Profeſſionen — nämlich die Profeſſion der Seifenſieder. — Wieder ein neuer Vortheil, den uns die Kenntniß der Attraction gewährt.

Will man z. B. Zinn in Kupfer auflöſen laſſen: ſo muß man beide Materien, nämlich das Kupfer und Zinn erſt durch Feuer flüßig machen.

Wenn man ferner aus einer Auflöſung einen Theil des Auflöſungsmittels entweder durch Erwärmung vertreibt, oder durch die länge der Zeit von ſelbſt verdampfen läßt, von der darinn aufgelößten Materie hingegen nichts mit hinweg nimmt: ſo kann hernach die noch übrige Menge des Auflöſungsmittels nicht mehr die ganze Menge der vorhin darinn aufgelößten Materie in ſeinen Zwiſchenräumen behalten, ſondern es muß einen Theil derſelben fallen laſ-

ſen, und zwar darum, weil jede beſtimmte Menge eines Auflöſungsmittels allezeit nur eine beſtimmte Menge anderer Materien aufzulöſen vermag.

Nun haben aber einige Materien, wohin vorzüglich die Salze gehören, die beſondere Eigenſchaft an ſich, daß ihre Theilchen, wenn ſie aus dem Auflöſungsmittel auf gedachte Weiſe niederfallen, vermöge ihrer Attraction ſich wieder miteinander verbinden und allerhand eckigte mehr oder weniger durchſichtige kleine Körperchen bilden, welche den Namen der Kryſtalle führen, indem das ganze Geſchäft, welches die Natur hierbei treibt, Kryſtalliſation genannt wird. Auf dieſe Art pflegt man z. B. den Zuckerkant zu bereiten, als welcher ebenfalls zu der Klaſſe der Salze gezählet wird. Man läßt nämlich erſt ſo viel groben Zucker in Waſſer auflöſen, als daſſelbe aufzulöſen oder in ſich zu nehmen vermag. Hernach läßt man dieſe Auflöſung in einem flachen Keſſel über gelinden Feuer ſo lange abdampfen, bis ein dünnes Häutchen auf der Oberfläche erſcheint. Endlich ſpannt man Fäden in dieſe Auflöſung, und ſezt ſie an einen kühlen Ort, wo ſich dann der Zucker ſofort an die Fäden in Kryſtallen anſezt. Mit andern Salzen kann man auf eine ähnliche Art verfahren, um ſie in Geſtalt ſolcher Kryſtallen darzuſtellen; nur daß jede Gattung von Salz eine eigene kryſtalliſche Form annimmt, indem die Kryſtallen der einen Gattung z. B. alle würflicht ausfallen, da eine andere Gattung ſich blos in Form ſechseckigter Säulen, oder in Geſtalt kleiner Nadeln, u. ſ. w darſtellt.

Unter der Präcipitation oder Niederſchlagung verſteht man diejenige Naturwirkung, vermöge welcher eine aufgelößte Materie ihr Auflöſungsmittel trübe macht, und ſich darinnen ſichtbarlich zu Boden ſezt. Auch pflegt man deshalb einen ſolchen Bodenſatz ſchlechthin ein Präcipitat oder Niederſchlag zu nennen, wenn er nicht in Kryſtallen oder in einen andern beſondern körperlichen Form erſcheint. Eigentlich iſt die Präcipitation diejenige Verrichtung: wenn

wenn eine flüſſige Materie einen andern Körper aufgelöſet hat, und man vertreibt den aufgelößten Körper aus den Zwiſchenräumchen der flüſſigen Materie.

Man bringt aber eine Präcipitation zuwege, wenn man zu einer Auflöſung noch eine neue Materie ſezt, gegen deren Theilchen das Auflöſungsmittel mehr Attraction äuſſert, als gegen die Theilchen derjenigen Materie, die ſchon aufgelößt darinnen enthalten iſt. Alsdann verbindet ſich nämlich das Auflöſungsmittel lieber mit der gedachten neuen Materie, welche man hinzuſezt, und läßt jene, die ſie ſchon aufgelößt hat, wieder fallen, mithin aufs neue ſichtbar werden.

Wenn man z. B. in Königswaſſer, welches ein durchſichtiger überaus äzender Liquor iſt, der aus Kochſalzgeiſte und gemeinem Scheidewaſſer beſtehet, Gold wirft, ſo wird daſſelbe darinnen aufgelößt. Gießt man nun eine Solution des Zinnes hinein, ſo fällt das Gold als ein purpurrothes Pulver zu Boden. Ferner, wenn man Silber in Scheidewaſſer auflöſet, und in dieſe Solution ein Stückchen Kupfer hineinlegt, ſogleich wird bei dem Auflöſen des Kupfers das Silber präcipitirt, und fällt als ein weißes Pulver zu Boden: legt man in dieſe Kupferſolution ein Eiſen, ſo präcipitirt ſich das Kupfer; wirft man in die Eiſenſolution Zink, ſo präcipitirt ſich das Eiſen; und will man endlich den Zink präcipitiren, ſo darf man nur Krebsſteine hineinthun. —

Eben dieſe Bewandniß hat es auch mit der ſogenannten Schwefelleber, welche entſtehet, wenn man Schwefel und Potaſche zuſammenſchmelzt. Nämlich die Schwefelleber iſt nicht nur mit allen Metallen und Säuren, ſondern auch mit dem Waſſer verwandt. Man kann alſo z. B. Gold damit auflöſen, und Waſſer hinzugießen, da es denn ſcheint, als ob das Gold im Waſſer aufgelößet wäre. Dieſe Goldſolution kann man ohne die geringſte Gefahr trinken, wie ehemals die Iſraeliten wirklich gethan haben, als Moſes ihnen ihr goldnes Kalb auf dieſe Weiſe zu

trinken gab; welches man ſonſt für ein Wunderwerk gehalten hat. Ich ſehe das weiter für kein Wunderwerk an, aber ich möchte wiſſen, wie viel dergleichen Kälber man unſern izigen Iſraeliten vorſezen müßte, um ihren Gelddurſt zu ſtillen? —

Wenn man nun zu dieſer Solution irgend eine Säure hinzuſezt, ſo kann man die Metalle wieder präcipitiren, denn die Schwefelleber äuſſert mehr Attraction gegen die Säuren, als gegen die Metalle.

Auf gleiche Weiſe iſt auch ſaurer Wein mit einigen Metallen, beſonders mit Blei und Eiſen verwandt, ſo, daß dieſe ſich darinnen auflöſen. Jedoch iſt ſeine Verwandtſchaft oder Attraction gegen dieſe lange nicht ſo wirkſam, als gegen die Schwefelleber; daher denn auch das in ſauern Wein aufgelöſte Blei und Eiſen ſogleich zu Boden fällt, und einen ſchwarzen Niederſchlag bildet, wenn man ein wenig Schwefelleber in ein Glas voll ſolches Weins wirft. Man bedient ſich alſo dieſes Mittels, die mit Blei ſüßgemachten ſauern Weine zu probieren, weil dieſe die Menſchen langſam tödten, wenn ſie davon trinken. Verſezt man dieſen Niederſchlag mit Kohlen, und bringt ihn in ein Schmelzfeuer, ſo kann man dadurch leicht erfahren, ob der Wein mit Blei oder Eiſen verſüßt geworden iſt, welches leztere aber der Geſundheit keinen Schaden bringt.

Wenn die Theilchen eines Niederſchlags einander ſelbſt regelmäſig anziehen, und einen feſten Körper von einer gewiſſen Form bilden; ſo ſagt man der Niederſchlag coagulire ſich oder gerinne, indem dieſe Naturwirkung den Namen der Coagulation oder Gerinnung führet. Wenn man z. B. zwei Loth vom feinſten Silber in einer hinreichenden Menge ſtarken und reinen Salpetergeiſtes auflöſen läßt, hernach zu dieſer Silberauflöſung etwa ein halbes Pfund reines Waſſer gießt, und ſo fort vier Loth lebendiges Queckſilber hinzu thut; ſo ſezt ſich das aufgelößte Silber nach etwa 14 Tagen in Geſtalt eines glänzenden Silberbäumchens an das, auf dem Grunde des gläſernen

Gefäßes noch ſichtbare Queckſilber feſt, und an dieſem Silberbäumchen, welches den Namen des Dianen- oder philoſophiſchen Baumes führet, nimmt man ordentliche kleine ſilberne Aeſte und Blätter, oder Früchte wahr. Es beſtehet aber daſſelbe blos aus geronnenem Silber. Der Salpetergeiſt äuſſert nämlich gegen Queckſilber mehr Attraction oder Affinität, als gegen Silber. Daher lößt gedachte Silberſolution einen Theil des hineingeworfenen Queckſilbers auf, und läßt zugleich das bereits aufgelößte Silber zu Boden fallen. Auf dem Boden liegt aber noch unaufgelößtes Queckſilber, weil man mehr hineingeſchüttet hat, als der Salpetergeiſt auflöſen kann; und Queckſilber ſtehet mit Silber ebenfalls in genauer Verwandſchaft, indem beide einander ſtark anziehen: mithin ziehet gedachtes Queckſilber die niederſinkenden Silbertheilchen an, jedoch an einigen Stellen ſtärker, an andern ſchwächer; und auf dieſe Weiſe geſchiehet es, daß die Silbertheilchen ſich auf dem Queckſilber in einer ſolchen ſonderbaren Form wieder vereinigen.

Man hat noch mehrere Arten dergleichen Dianenbäumchen hervorzubringen, ſie laufen aber meiſtens auf Eins hinaus. Indeß, da es nicht meine Abſicht, Sie Dianen- oder philoſophiſche Bäumchen machen zu lehren, ſondern nur Ihnen die verſchiedenen Wirkungen der Attraction zu beweiſen; ſo wird es mit dem genug ſeyn, was ich davon angeführet habe. Aber es iſt auch gar nicht nöthig, uns erſt in der Chymie nach den Beweiſen und Beiſpielen dieſer wundernswürdigen Eigenſchaften und Wirkungen umzuſehen; wir haben ſie weit näher: und ſelbſt dieſer Vortrag iſt eine Wirkung davon. Ich würde alles dieſes nicht haben niederſchreiben können, wenn ich keine Dinte gehabt hätte; ich würde aber keine haben können, wenn nicht der Eßig und das Waſſer die Theile des Vitriols und der Galläpfel auflößten. — Worauf beruht unſere ganze Kochkunſt, und die Zubereitung aller unſerer Speiſen und Getränke ſonſt, als auf dieſen Geſe-

ßen? Was iſt die Verdauung der Speiſen anders, als eine Wirkung der Auflöſung, und was iſt endlich unſre Verweſung ſelbſt? — Eine gänzliche Auflöſung und Trennung der verſchiedenen Theilchen, aus denen unſer Körper beſtand.

Wenn nun aber auf die erklärten vier Hauptoperationen der Auflöſung, Niederſchlagung, Cryſtalliſirung und Evapulation alle Scheidungen und alle Verbindungen der verſchiedenen Materien beruhen, gedachte vier Operationen aber ganz allein auf die verſchiedenen Attractionskräfte der Materientheilchen ſich gründen: ſo muß ferner folgen, daß jede Scheidung der Materien, und jede Verbindung derſelben, folglich auch jeder Urſprung und jeder Untergang der Körper, in ſo fern ſie in der Welt entſtehen und vergehen, den Grund in der verſchiedenen Attraction der Materientheilchen habe, ja ſogar die verſchiedenen Eigenſchaften der Materien ſcheinen ſelbſt größtentheils nur auf der verſchiedenen bald ſtärkern, bald ſchwächern anziehenden Kraft ihrer Theilchen zu beruhen.

Welches unüberſehbares Feld von Betrachtungen würde ſich nicht da vor unſern Augen eröffnen, wenn wir uns in eine weitläuftigere Unterſuchung dieſer Gegenſtände einlaſſen wollten? Wie angenehm, wie nüzlich und lehrreich iſt nicht das Studium der Naturlehre! — Laſſen Sie uns in dieſer Beſchäftigung fortfahren, und ihr noch ferner unſere Aufmerkſamkeit ſchenken. — Und da wir noch Zeit haben, ſo will ich die lezte Hälfte dieſer Vorleſung, und auch die künftige einem Gegenſtande widmen, der aus der bisher abgehandelten Eigenſchaft der Bewegung und Schwere ganz natürlich fließt, ob er gleich nicht eigentlich in die Naturlehre ſelbſt gehöret. Es iſt die Erklärung vom Gleichgewicht und Ueberwuchs feſter Körper, oder eigentlicher die Lehre von der Mechanik, von der ich ſonſt keine ſo gute Gelegenheit mehr haben möchte, zu ſprechen.

Vom Gleichgewicht und Ueberwuchs feſter Körper, nebſt einigen Geſetzen der Mechanik.

Es giebt in Italien Thürme, die ſo ſchief ſtehen, daß man glauben ſollte, ſie müßten augenblicklich umfallen. Gleichwohl haben ſie ſchon Jahrhunderte ſo überhangend geſtanden, und ſtehen noch immer feſt, ohne den benachbarten Bewohnern die geringſte Furcht zu verurſachen; indem dieſe in aller Sicherheit daran vorbei gehen, oder auch wohl hinaufſteigen. Von dieſer Art iſt der ſogenannte Eſelsthurm zu Bononien, welcher ſchon zu Anfange des 12ten Jahrhunderts gebauet worden, und 307 Pariſer Fuß hoch iſt. Wenn man oben eine Bleiſchnur an die Mauer deſſelben hält, und ſodann das Bleiloth gerade herab ſinken läßt: ſo fällt es unten 3½ Fuß weit von der Mauer ab. Noch weit mehr neigt ſich der Thurm Chariſſenda, welcher gleich neben jenem ſteht, und nur 168 Fuß hoch iſt; denn ein Senkblei, welches man oben an der Mauer gerade herab läßt, fällt unten über 8 Fuß weit von der Mauer nieder. Am allermeiſten überhangend aber iſt der berühmte Thurm zu Piſa, welchen ein teutſcher Baumeiſter um die Mitte des 12ten Jahrhunderts zur großen Bewunderung des Volkes aufgeführet hat, und welchen man nur den ſchiefen Thurm zu nennen pflegt. Auf dieſem Thurme hängen die Glocken in einer Höhe von 300 Fuß, und wenn man in dieſer Höhe ein Senkblei an der Mauer hinabläßt: ſo bleibt es unten zwölf Fuß weit von der Mauer entfernt; woraus leicht abzunehmen iſt, daß er demjenigen, der ihn zum erſtenmale ſieht, einen überaus fürchterlichen Anblick gewähren mag.

Ob nun gleich alle dieſe Thürme eigentlich für ein Spielwerk, oder einen launichten Einfall des Baumeiſters gehalten werden können; ſo beweiſen ſie doch zugleich auch eine große Geſchicklichkeit, und eine überaus künſtliche Berechnung der Geſetze der Schwere, die der Baumeiſter vollkommen verſtanden haben muß.

Fragt man nun, wie können gieſe ſo ſchief gebauten Thürme ſtehen bleiben, ohne einzuſtürzen; ſo kann kein anderer Grund davon angegeben werden, als weil ihr Schwerpunkt noch innerhalb ihrer Grundflächen fällt. —

Dies erfordert nun eine genauere Erklärung, wenn es allgemein verſtändlich ſeyn ſoll. Man muß demnach wiſſen, was bei einem Körper der Schwerpunkt, und was die Grundfläche deſſelben heißt.

Das leztere iſt leicht; man nennt nämlich den Plaz eines jeden Körpers, worauf er ſteht, ſeine Grundfläche oder Baſis. So iſt z. B. der untere Raum dieſes Katheders ſeine Grundfläche, d. i. der Plaz, den er einnimmt, und worauf er ſteht. Bei einem Pferde iſt die Grundfläche der Raum zwiſchen den 4 Füßen, worauf es ſteht; bei einem Menſchen der Raum zwiſchen ſeinen zwei Füßen, nebſt demjenigen Theile des Fußbodens, worauf die Füße ſelbſt ruhen. Beide Räume erhält man, wenn man einen Faden um die Füße herum legt. Steht ein Menſch aber nur auf einem Fuße: ſo hat er weiter nichts zur Baſis, als den Raum, den der Fuß bedeckt. Nun iſt bekannt, daß man auf zwei Füßen ſicherer ſteht, als auf einem, hingegen ſteht ein Pferd auf ſeinen 4 Füßen noch feſter als ein Menſch. Daraus ergiebt ſich alſo, daß ein Körper deſto feſter und ſicherer ſteht oder ruhet, je größer ſeine Baſis oder Grundfläche iſt. Wer daher auf einer dünnen Stange oder gar auf einem Seile will gehen lernen, muß ſich vorher lange üben, und er würde ohne Balanzierſtange, doch das Gleichgewicht verlieren, wenn er auch noch ſo geübt wäre; weil er eine zu kleine Grundfläche hat. —

Was iſt nun aber der Schwerpunkt eines Körpers? Wir müſſen ihn durch Verſuche finden lernen, dann erklärt er ſich ſelbſt. — Ein Teller z. B. hat eine Baſis, die beinahe ſo groß iſt, als er ſelbſt, weswegen er auch auf dem Tiſche ſehr ſicher ſteht, und nicht umfallen kann.

Wollte

Wollte man ihn hingegen auf einen ſpizigen Stift ſetzen: ſo würde er nicht leicht liegen oder ſtehen bleiben, weil es ungemein ſchwer iſt, den Punkt zu finden, wo alle ſeine Theile ein Gleichgewicht gegen einander erhalten. Indeß iſt ein ſolcher Punkt doch wirklich da, und er kann auch durch langes Verſuchen gefunden werden. Es werden nämlich von der Schwere alle Theilchen des Tellers mit gleicher Gewalt gegen die Erde getrieben, und ſie würden auch alle wirklich herabfallen, wenn ſie nicht unterſtüzt würden. Beſtünde z. B. der ganze Teller aus lauter gleichgroßen und ſchweren Kügelchen, die nicht aneinander hiengen, ſo würden die übrigen alle bis auf das Kügelchen, welches gerade auf dem Stifte läge, herabfallen. Weil aber die Theile des Tellers eine anziehende Kraft unter einander haben, ſo halten ſie einander ſelber feſt, ohne daß ein einziges für ſich alleine fallen kann, ſondern ſie fallen alle, wenn ein einziges fällt, und werden alle aufgehalten, wenn ein einziges aufgehalten wird. Man darf alſo nur, um den Schwerpunkt des Tellers zu finden, denjenigen Punkt in ihm aufſuchen, deſſen Lage ſo beſchaffen iſt, daß alle Theilchen des Tellers, die diſſeits dieſes Punktes liegen, eben ſo ſtark abwärts drücken, als die Theilchen jenſeits des Punktes.

Es iſt alſo eben ſo viel, als ob die ganze Laſt eines Körpers in ſeinem Schwerpunkte vereinigt wäre. Denn die Laſt oder das Gewicht eines Körpers richtet ſich eigentlich gar nicht nach ſeiner Größe, ſondern nur nach der Menge ſeiner Theilchen, welche bald einen großen Raum einnehmen, und doch wenig wiegen, wie z. B. ein Ballen lockerer Wolle, bald ein großes Gewicht haben, ohngeachtet ſie einen kleinen Raum erfüllen, wie z. B. ein Stück Blei oder Gold oder dergleichen. Wir können ſonach einen jeden Körper, er ſey groß oder klein, dicht oder locker, wenn er nur von einer ſolchen Beſchaffenheit iſt, daß er nicht ſelbſt zerfällt, als vollkommen dicht, oder als einen bloßen Punkt betrachten, und in dieſen Punkt, welcher

eben der Schwerpunkt ſeyn wird, ſein ganzes Gewicht ſetzen.

Die Geometrie, oder vielmehr die Solidometrie lehret, wie man einen jeden Körper, was für eine Figur er auch habe, ausmeſſen ſoll, und dann läßt ſich durch Rechnung leicht beſtimmen, wo der Schwerpunkt liegt. Weil aber dazu eine Anleitung hier nicht gegeben werden kann: ſo wollen wir durch Verſuche bei einigen Körpern den Schwerpunkt finden lernen. Es ſey z. B. A. B. Tab. IV. fig. 17. ein Balken oder Stab. Um deſſen Schwerpunkt zu finden, lege man ihn quer über ein dreieckigtes Stück Holz, Prisma, und ſchiebe ihn ſo lange hin und her, bis er horizontal und waagrecht liegen bleibt. Iſt dieſes geſchehen, ſo halte man den Stab feſt, und ziehe über der Kante des Prismatis die Linie C. D. Dann lege man den Stab der Länge nach über das Prisma, und ſchiebe ihn wieder ſo lange hin und her, bis er liegen bleibt. Endlich ziehe man abermals gerade über der ſcharfen Kante des Prismatis die Linie E. F, welche C. D. in O. durchſchneidet: und daſelbſt iſt der Schwerpunkt des Balken oder Stabes. Wenn derſelbe von einer gleichen Dichtigkeit iſt, ſo muß er nun, wenn man ihn in O. auf eine Nadelſpitze legt, liegen bleiben.

Borellus fand den Mittelpunkt der Schwere des Menſchen durch ein Bret, auf welches er einen Menſchen band, und dieſes auf einem ausgeſpannten Stricke ſo lange hin und her ſchob, bis es ſtill liegen blieb. Hieraus war nun klar, daß der Mittelpunkt der Schwere in der geraden Linie ſeyn müßte, welche von dem Strick beſchrieben ward. Damit er aber den eigentlichen Punkt beſtimmen könnte, ſo verſchob er dieſes Bret nach einer andern Direction gleichfalls ſo lange, bis es liegen blieb, und ſchloß daher, daß der Mittelpunkt der Schwere in beiden Linien zugleich, und folglich in dem Punkte ſeyn müßte, da beide Linien einander durchſchnitten. Dadurch fand er, daß bei dem Menſchen der Mittelpunkt der

Schwe-

Schwere in dem Unterleibe, in dem Perinäo, oder in der Gegend der Geſchlechtstheile ſey. Wenn wir auf einem Fuße ſtehen, ſo iſt die Grundfläche unſers Körpers die Fußſohle, auf welcher wir ſtehen; ſtehen wir aber auf beiden Füßen, ſo iſt die unter den Fußſohlen, und zwiſchen beiden Füßen befindliche Fläche die Grundfläche unſers Körpers. So lange nun die aus dem Mittelpunkte der Schwere gezogene Directionslinie innerhalb dieſer Grundfläche fällt: ſo lange ſtehen wir ſtille: wenn aber die Directionslinie auſſerhalb dieſer Grundfläche fällt, ſo fangen wir an zu fallen. Damit wir nun erkennen, wie wir es machen, wenn wir uns von einem Orte gegen den andern bewegen, ſo wollen wir annehmen, es stünde ein Menſch auf beiden Füßen, und ſo fällt die Directionslinie ſeines Schwerpunktes a. b. innerhalb der Grundfläche c. d, Fig. 18.

Will er ſich nun fort bewegen, und z. E. den rechten Fuß zuerſt aufheben, ſo würde dieſes nicht möglich ſeyn, wenn er ſo gerade ſtehen bleiben wollte, als er vorher geſtanden iſt; denn ſo bald er den rechten Fuß aufgehoben hätte, ſo wäre die linke Fußſohle die Grundfläche ſeines Körpers. Da nun die Directionslinie a. b. auſſerhalb dieſer Grundfläche d. fiele, ſo würde der Menſch nicht ſtehen bleiben können, ſondern er müßte augenblicklich auf der rechten Seite zu Boden fallen. Damit nun dieſer Fall verhindert werde, ſo beugt man ſich ein wenig auf die linke Seite, dadurch wird die Directionslinie a. b. auf die Mitte der Grundfläche des linken Fußes b. gebracht, Fig. 19, und nun iſt man im Stande, den rechten Fuß aufzuheben.

Wollte man nun, ohne die Stellung des Körpers zu verändern, den rechten Fuß wieder niederſetzen, ſo würde man nicht von der Stelle kommen, oder allenfalls die vorige Stellung wieder haben. Will man ſich alſo weiter bewegen, ſo iſt nöthig, daß man den Leib etwas vorwärts beuge, damit die Directionslinie a. b. über die Grundfläche

des

des linken Fußes hinüber gebracht werde. Fig. 20. In dem Augenblick, da dieſes geſchiehet, fängt man an vorwärts zu fallen; weil man aber ſogleich den aufgehobenen rechten Fuß vorhält, ſo wird dadurch der Fall verhindert, denn die Directionslinie wird wieder in die Grundfläche c. d. gebracht.

Wenn man nun fortfährt, dasjenige mit dem rechten Fuße zu verrichten, was vorher der linke gethan hat, und mit dem linken thut, was vorher der rechte verrichtet hat, ſo iſt man im Stande aufs neue mit dem linken Fuße einen Schritt vorwärts zu thun. Und vermittelſt ſolcher wiederholten Handlung kann man ſich von einem Orte gegen den andern bewegen. Hieraus folgt alſo, daß kein Menſch vollkommen gerade gehen könne, weil man nicht gehen kann, ohne den Leib bald auf die eine, bald auf die andere Seite zu beugen, um die Directionslinie bald auf den rechten, bald auf den linken Fuß zu bringen. Ueberhaupt iſt auch unſer Gehen auf ebenem Wege nichts anders als ein beſtändiges Fallen, welches aber nur durch das abwechſelnde Fortſetzen der Füße alle Augenblicke unterbrochen wird.

Wenn ein Menſch eine Laſt auf dem Rücken trägt, ſo muß er ſich vorwärts beugen, damit die Directionslinie der Laſt, und die ſeines eigenen Körpers näher zuſammen kommen, und alſo in der, zwiſchen den Füßen befindlichen Grundfläche erhalten werden können. Eben dergleichen wird erfordert, wenn man einen Berg hinaufgehen will. Thäte man dieſes nicht, ſo würde die Directionslinie entweder auf die Ferſen fallen, und man würde viele Beſchwerlichkeit haben, den Berg zu erſteigen; oder, wenn er etwas ſteil wäre, ſo würde die Directionslinie gar über die Grundfläche hinaus gebracht werden, und man würde rücklings herunter ſtürzen. Im Gegentheil muß man ſich aus dem natürlichen Grunde beim Herunterſteigen zurück beugen.

Nun

Nun wiſſen wir zur Genüge, was wir unter dem Schwerpunkt eines Körpers, der Directionslinie und der Grundfläche zu verſtehen haben: und nun werden wir auch einſehen können, warum die gedachten Thürme dennoch nicht umfallen, ohngeachtet ſie ſo ſchief ſtehen. Der Künſtler hat nämlich durch Berechnung den Schwerpunkt geſucht, und ſeinen Thurm ſo gebaut, daß die Directionslinie aus dem Mittelpunkte der Schwere noch innerhalb der Grundfläche des Thurms fallen mußte.

Auf dieſe bisher vorgetragenen Sätze von dem Schwerpunkte eines Körpers gründen ſich eine ungemein große Menge von nüzlicher Erfindungen und Maſchinen, deren wir uns im gemeinen Leben faſt täglich bedienen, und wovon die Wenigſten die Urſachen und Wirkungen genau und deutlich einſehen. — Weil es aber ſo vielen Nutzen hat, dieſe Geſetze zu verſtehen, ſo wollen wir uns etwas näher mit derſelben bekannt machen. — Wir werden uns alſo in der nächſten Vorleſung mit den vornehmſten Geſetzen der Mechanik beſchäftigen.

Achte Vorleſung.

Die vornehmſten Geſetze der Mechanik oder Bewegungskunſt.

Der Mittelpunkt der Schwere, von dem wir uns in unſerer vorigen Verſammlung unterhalten haben, giebt mir Gelegenheit, nunmehro von den gewöhnlichſten Maſchinen und Werkzeugen zu reden, deren man ſich im gemeinen Leben bedient: und ich hoffe dieſe Abhandlung wird den meiſten meiner Herren Zuhörer und Leſer vielleicht eben ſo viel Vergnügen als Nutzen verſchaffen.

Ich komme nun zur Sache. — Der Mittelpunkt der Schwere iſt alſo derjenige Punkt, durch welchen ein Körper nach allen Seiten in zween gleiche Theile getheilt wird. — Es ſey A B. fig. 21. Tab. IV. ein Balken, ſo muß deſſen Schwerpunkt in C. ſeyn. — Bohrt man daſelbſt ein Loch quer durch dieſen Balken, und ſchlägt einen Stift hinein; ſo kann man die vorſtehenden Enden deſſelben wie die Zapfen eines Waagbalkens in Pfannen legen, und mithin den ganzen Balken frei ſpielen laſſen. Dieſer Balken bleibt in allen Lagen, man mag ihn horizontal oder ſchief ſtellen, allemal ſtehen, denn das Gewicht der Arme bleibt ſich immer gleich.

Ganz anders aber verhält ſich die Sache, wenn die Unterſtützung des Balkens nicht im Mittelpunkt ſelbſt, ſondern gerade unter demſelben, wie in M. Fig. 22. angebracht wird. Hier wird der Balken nun in der horizontalen Lage A. B. auf dem Punkte M, welcher vollkommen ſenkrecht unter dem Schwerpunkte C. liegt, ruhig liegen bleiben.

bleiben. So bald man ihn aber auf die eine Seite und z. B. in die Lage D. E. bringt, muß er augenblicklich überküppen, und ganz herabfallen. Denn alsdann kommt ſein Schwerpunkt C. nach N. zu liegen, und die Directionslinie aus N. geht zur Rechten der Unterlage M vorbei. Mithin muß der Balken unter dieſen Umſtänden allerdings überſchlagen, in dem nun der Theil von C. bis E. länger iſt, folglich auch mehr Maſſe hat, als der von C. bis D, das heißt: er muß auf diejenige Seite ſtürzen, auf welche ſich ſein Schwerpunkt neigt.

Bringt man endlich den Ruhepunkt eines ſolchen Balkens weder im Schwerpunkt ſelbſt, noch gerade unter demſelben, ſondern gerade über demſelben an, wie bei N. Fig. 23. ſo kann man ihn wieder in Pfannen hängen, und er wird nach einigem Balanciren allemal wieder in Ruhe kommen, und endlich horizontal ſtehen bleiben. Denn die kurze Linie N. C. vom Ruhepunkt bis an den Schwerpunkt ſtellt hier gleichſam eine Pendul vor, welches auf der Zeichnung der Deutlichkeit wegen verlängert worden iſt. So wie ſich der Balken in der Lage A. B. befindet, liegt der Schwerpunkt in n. Weil nun in dieſem Punkte n. die ganze Laſt des Balkens gleichſam vereinigt iſt: ſo kann er ſo nicht bleiben, ſondern er muß, vermöge der Schwerkraft durch den Bogen n. C. c fallen, und folglich in c. eben ſo viel ſteigen, als er von n. nach C. gefallen iſt; wie wir uns noch aus der Lehre von den Pendulen erinnern. Wäre nun der Widerſtand der Luft und das Reiben des Zapfens in der Pfanne oder am Enden wegzubringen: ſo würde der Balken in Einigkeit fortſchwanken, und einmal in der Lage A. B, denn wieder durch D. F. nach G. E. hin und her balanciren. — Aber eben jene Widerſtände bringen den Balken in Ruhe, und dieſe erfolgt, wenn der Schwerpunkt C. in die perpendikulare Lage N. C, der Balken aber in die horizontale D. F. kommt.

Dieſen leztern Fall erklärt der Augenſchein und die Zeichnung der 23ſten Figur beſſer, als durch wörtliche Be-

ſchreibung geſchehen kann, wenn man nicht zu weitläuftig werden will.

Auf dieſe izt erklärten Balken kommt die ganze Einrichtung unſerer Waagen an; denn eine Waage iſt nichts anders, als ein Balken, der durch eine künſtliche Vorrichtung in ſeinem Mittelpunkte dergeſtalt befeſtiget wird, daß er aufgehangen werden kann, und durch ſein Balanciren die Verſchiedenheit des Gewichtes zweier Körper anzeigt. Die Zierlichkeit der Arbeit an einem Waagbalken trägt zum Weſentlichen nichts bei: und die Waagſchalen ſelbſt ſind weiter nichts, als zween Schüſſeln oder Platten, um die Laſt und das Gewicht bequem darauf legen zu können. — Das Zünglein in der Waage iſt der Anzeiger, wenn der Waagbalken horizontal ſtehet.

Allein nichts deſto weniger beruhet ſehr viel auf der Richtigkeit eines Waagbalkens: und in dieſer Rückſicht hat man folgendes zu merken: Erſtlich iſt hauptſächlich nothwendig, daß beide Theile eines Waagbalkens von gleicher Länge und Stärke ſind, und vollkommen gleiches Gewicht haben. Ferner muß der Zapfen in dem Waagbalken ein wenig über dem Schwerpunkt durchgeſchlagen ſeyn, wenn die Waage flüchtig balanciren, und ſich hernach wieder in horizontale Lage verſetzen ſoll. Denn wollte man den Zapfen genau in dem Schwerpunkt durchſchlagen: ſo würde ſie, wenn die angehängten Gewichte gleich wären, in jeder Lage ſtehen bleiben, und alſo nicht von ſelbſt inne ſtehen. Wollte man aber die Zapfen unter dem Schwerpunkt einſetzen: ſo würde das allergeringſte Uebergewicht auf der einen oder andern Seite die ganze Waage ſogleich umſtürzen. Je näher im übrigen die Zapfen dem Schwerpunkte liegen, vorausgeſezt, daß ſie ſich jedoch allemal über demſelben befinden, deſto genauer und flüchtiger gehet eine ſolche Waage. Dabei iſt noch darauf zu ſehen, daß die Zapfen nicht ganz rund ſeyn, und nicht in ganz runden Löchern laufen dürfen, weil ſonſt, da ſie ſich in zu vielen Punkten berühren, die Reibung

ſtärker

ſtärker wird, und die Waage träger geht. Man pflegt daher die Zapfen unten etwas ſcharf zu machen, und auf einem horizontalen Blättchen, welches in das Loch der Gabel eingeſezt iſt, ſpielen zu laſſen. Dies iſt denn nun die ſogenannte Kramerwaage. Aber es giebt noch mehrere Arten von Waagen, die wir in dem folgenden uns näher bekannt machen werden.

Ehe ich nun zur Beſchreibung und Erklärung der Maſchinen und Werkzeuge übergehe, wollen wir, um theils die Maſchinen recht zu verfertigen, theils auch die beſte Wahl in Kräften, oder Maſchinen ſelbſt zu treffen, erſt die bewegenden Kräfte unterſuchen, und ſo viel, als ſich hier thun läßt, ihr Vermögen beſtimmen.

Die bewegenden Kräfte ſind Menſchen, Vieh, Luft, Feuer, Waſſer, Gewicht und Federn, deren Vermögen und Art, ſie beſtens anzuwenden, wir insbeſondere unterſuchen wollen.

Was die Menſchen betrift, ſo ſind ſolche, wie es de la Caille beſtimmet, nicht mehr durch 3 Stunden ohne Ausſetzung zu thun im Stande, als 27 ℔ im Gleichgewichte zu erhalten, und in einer Stunde einen Raum von 12000 Schuhen zurück zu legen; es ſey denn, daß er ſich ermüden wollte, oder von großer Leibesſtärke wäre.

Ein mittelmäßig ſtarkes Pferd kann zwar 7mal mehr, als ein Menſch, im Gleichgewichte erhalten; doch kann es in einer Stunde keinen größern Raum, als eben von 12000 Schuhen durchlaufen. Andere Thiere wendet man ſeltner zur Bewegung an.

Weil dieſes Vermögen der Menſchen und Pferde in Frankreich beſtimmet worden; ſo iſt es möglich, ja es lehret uns die Erfahrung, daß ſowohl Menſchen als Pferde hierlandes etwas mehr zu thun im Stande ſind.

Die Luft kann entweder durch den Druck oder durch die Ausdehnung eine Bewegung hervor bringen. Der

 Druck

Druck der Luft iſt ſo groß, daß ſie bey trockenſter Witterung, wo ſie das größte Vermögen hat, ungefähr eine 28 Zoll hohe Queckſilberſäule, oder 32 Schuh hohe Waſſerſäule im Gleichgewichte erhält.

Alſo kann man, ohne die Röhren zu wiederhohlen, den Druck der Luft nur dazumahl anwenden, wenn z. B. das Waſſer etwas weniger als 32 Schuh hoch ſteigen darf, denn der Druck der Luft iſt nicht allezeit ſo groß, daß das Waſſer ganze 32 Schuh hoch getrieben werden kann.

Die Luftſäule auf hohen Bergen und Thürmen iſt nicht ſo ſchwer als nahe bey der Erde; weil auf hohen Bergen und Thürmen das Queckſilber tiefer in dem Wetterglaſe herab fällt, als beym Fuße des Berges.

Die ausdehnende Kraft der Luft iſt eben ſo groß, als der Druck der Luft; denn ſie treibt das Queckſilber ſo hoch, als es von der Luftſäule getrieben wird.

Dieſe Kraft kann durch das Zuſammendrücken einer fremden Kraft ſehr vergrößert werden, weil man z. B. in einer Windbüchſe die Luft ſo ſehr zuſammen drückt, daß durch ihre Ausdehnungskraft Thiere erleget werden.

Sie kann in verſchiedenen Maſchinen die beſten Dienſte thun, weil ihre Beſtändigkeit ſehr groß iſt.

Des Feuers bedienen ſich zwar die Künſtler in Schmelzöfen, Gießhäuſern u. ſ. w. hier wollen wir es aber nur in ſo weit betrachten, als es die flüßigen Körper ausdehnet.

Daß die Luft, und andere flüßige Körper von der Hitze ausgedehnet werden, lehret die Erfahrung. Ein Beiſpiel der Luftausdehnung hat man in einer Blaſe, welche ſich ſehr ausdehnet, wenn ſolche von weitem, ohne verbrennen zu können, über glühende Kohlen gelegt wird. Im Waſſer erhellet die Ausdehnung aus dem Ueberlaufen des ſiedenden Waſſers.

Alſo

Alſo können durch die Hitze faſt alle Bewegungen hervor gebracht werden, die man durch die Luft erhält, obſchon nicht in gleichem Grade.

Die Mühlen und andere Waſſerwerke lehren uns täglich, was für Bewegungen in den Maſchinen durch das Waſſer hervor gebracht werden können. Hier iſt nur nach Verſchiedenheit der Umſtände der verſchiedene Nachdruck deſſelben zu beobachten.

Wenn das Waſſer auf eine unbewegliche Fläche perpendiculär anſtößt, wirket es mit dem ganzen Vermögen; ſtößt es nur ſchief an, ſo wirket es um deſto weniger, je mehr es von der Perpendicularlinie abweichet.

Wenn aber die Fläche, wo es anſtößt, beweglich iſt, ſo iſt die Wirkung ſicher um 7mal kleiner, als das geſammte Vermögen des Stromes.

Wenn das Waſſer geſchwinder läuft, ſo verhalten ſich die Nachdrücke, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten. Z. B. wenn der Strom 3mal geſchwinder läuft, ſo iſt der Nachdruck 9mal größer. Warum ſich der Nachdruck nicht wie die einfache Geſchwindigkeit, ſondern wie das Quadrat der Geſchwindigkeit verhält, iſt dieſe Urſache, weil bey 3mal größerer Geſchwindigkeit auch zu gleicher Zeit 3mal mehr Waſſer anſtößt; folglich wird der Nachdruck 3mal durch die Geſchwindigkeit, und dieſer wieder 3mal durch das Waſſer vergrößert. Alſo weil $1 \times 3 \times 3 = 9$ iſt, wird der Nachdruck um 9mal größer.

Die Gewichte ſind in Maſchinen oft bequem, doch nur in kleinen und in ſolchen Maſchinen, wo die Kraft nicht viel größern Raum durchlaufen darf, als die Laſt. Denn weil die Gewichte perpendiculär auf den Horizont zielen; ſo würde man das Anhenken derſelben oft wiederholen müſſen, welches ſehr unbequem wäre.

Eine Feder iſt ein Körper, welcher, nachdem er von einer fremden Kraft nieder gedrücket, zuſammen gebogen, oder auf eine andere Art angeſpannet worden, ſich wieder

in den vorigen Stand zu ſetzen bemühet. Z. B. eine Degenklinge, wenn ſie gebogen wird, ſpringt nach Vollendung der Schwenkungen wieder gerade, ſo bald die biegende Kraft zu wirken aufhöret.

Es können zwar verſchiedene elaſtiſche Körper zu Federn dienen; doch iſt keine ſo gut, als der Stahl. Dieſer, wenn er gut gehärtet wird, bekommt eine große und lange dauernde Schnellkraft.

Was die Feder für eine Figur und Größe haben ſoll, hängt von verſchiedenen Umſtänden ab.

Nun wollen wir die Maſchinen ſelbſt näher kennen lernen. — Maſchinen oder Rüſtzeuge pflegt man eigentlich diejenigen Vorrichtungen zu nennen, durch deren Hülfe man entweder große Laſten mit geringer Kraft heben, und langſam fort bewegen, oder Körper, die für ſich allein ſehr langſam gehen, mit ſtarker Kraft in eine ſehr geſchwinde Bewegung bringen kann. So nach iſt alſo eine Mühle eine Maſchine, vermittelſt welcher der Stein viel geſchwinder herum getrieben wird, als das Waſſer oder der Wind das Rad herum treibt. Die Uhr iſt eine Maſchine, weil ſich das Steigen in derſelben viel geſchwinder als das Stundenrad bewegt. Eine Heuwaage iſt eine Maſchine, weil durch dieſelbe mit einem Centner zehen und mehrere Centner abgewogen werden können. Ein Schubkarren iſt eine Maſchine, weil vermittelſt deſſelben ein Menſch eine weit größere Laſt fortbewegen kann, als er ohne denſelben könnte; desgleichen auch ein Hebebaum. Aber eine Kramerwaage iſt keine Maſchine, ſondern nur ein Geräthe, weil ſie mit einem Pfunde nicht mehr als ein Pfund, und mit einem Centner nur eben ſo viel hebt, und weil die eine Schaale an derſelben eben ſo geſchwind wie die andere auf- und abſteigt. Eben ſo kann man auch einen Wagen keine Maſchine nennen, denn er läuft ebenfalls weder geſchwinder noch langſamer, als die Pferde, die ihn ziehen.

Da man nun bisweilen im gemeinen Leben ein Haus, eine Thüre, einen Ofen, einen Tiſch u. d. g. eine Maſchine zu nennen pflegt: ſo ſieht man wohl ein, daß man dieſe Dinge ſehr mit Unrecht mit dieſem Namen belegt.

Kürzer beſchreibt man eine Maſchine ſo: — ein jedes Werkzeug, womit man eine Bewegung leichter, oder geſchwinder hervorbringen kann.

Uebrigens theilt man die Maſchinen oder Rüſtzeuge in zwei Klaſſen, nämlich in einfache und zuſammengeſezte. Zu den einfachen kann man blos den Hebel, den Keil, die Schraube, das Rad und die Rolle zählen. Verbindet man aber einige derſelben miteinander, z. B. etliche Räder, den Hebel mit der Schraube, oder die Schraube mit dem Rade u. ſ. w. ſo entſtehet daraus eine zuſammengeſezte Maſchine.

In beiden iſt zu merken, daß man in der Theorie auf die Hinderniſſe, z. B. auf die Reibung, und Widerſtehung der Luft nicht Acht giebt, und nur das bloße Gleichgewicht berechnet. Iſt dieſes einmal berechnet, ſo darf man nur die Kraft um etwas vermehren, wenn eine Bewegung folgen ſoll.

Der Hebel, ob er ſchon in der That nichts anders iſt, als eine lange, ſchwere und biegſame Stange, welche auf einem unbeweglichen Punkt C. (ſiehe Tab. V. die 25 und 26 Figur) alſo aufliegt, daß ſie ſich frey herum drehen kann, wird in der Theorie ohne Biegſamkeit und Schwere betrachtet. Der Punkt B, wo die Laſt hängt, heißt der Schwerpunkt. Der Punkt A, wo die Kraft iſt, heißt der Hebepunk; und der Punk C, worauf ſich der Hebel beweget, wird der Ruhepunkt genannt. Die Entfernungen BC. und AC. des Schwerpunktes und Hebepunktes vom Ruhepunkte heißen die Abſtände. Iſt der Ruhepunkt in der Mitte, wie in der 24. Figur, ſo heißt er ein Druckhebel, oder ein Hebel von der erſten Art. Iſt die Laſt, wie in der 25. Figur, in der Mitte, wird er ein

Traghebel, oder ein Hebel von der zweyten Art genannt. Wenn aber die Kraft in der Mitte iſt, wie in der 26. Figur, iſt es ein Hebel von der dritten Art.

In dem Hebel wird der Nachdruck um ſo viel gröſſer, um wie viel die Kraft oder Laſt mit ihrem Abſtande multiplicirt größer wird. Denn erſtlich iſt es gewiß, daß z. B. 10 ℔ (ſiehe die 27. Figur) zehenmal mehr heben werden, als 1 ℔. Zweytens lehret die Erfahrung, daß auch z. B. 10 ℔ Kraft um ſo vielmal mehr wirken, um wie vielmal ſie weiter vom Ruhepunkte C. gegen A. entfernet ſind; folglich wird 10 ℔ Kraft in A. 5mal mehr als in I. wirken; folglich in A. 50mal mehr als 1 ℔ Kraft in I; nun aber iſt auch das Produkt aus 1 ℔ Kraft und ihrem Abſtande 1, folglich u. ſ. w.

Daher kann man den Nachdruck der Kraft oder Laſt durch das Produkt 2 × 4 und 1 × 8 ausdrücken; ſiehe die 28. Figur.

Wenn die Kraft mit der Laſt im Gleichgewichte ſeyn ſoll, müſſen die jezt geſagten Produkte beyderſeits gleich ſeyn; z. B. $2 \times 4 = 1 \times 8$.

Weil 4 Factoren zwey gleicher Produkte umgekehrt eine Proportion ausmachen, ſo wird aus $2 \times 4 = 1 \times 8$ folgende Proportion werden: $2 : 8 = 1 : 4$, das iſt: wie ſich die Kraft zur Laſt verhält, ſo verhält ſich der Abſtand der Laſt zum Abſtande der Kraft, und kann durch die Regel detri nach 3 bekannten Proportionsgliedern das vierte unbekannte gefunden werden.

Weil wir hier den Hebel ohne Schwere betrachtet haben, und derſelbe doch ſchwer iſt; ſo müßte man, um keinen Fehler zu begehen, erſtlich beyde Abſtände von einerley Schwere machen; zweytens in dem Druckhebel wird ein Theil der Laſt von der Schwere des Hebels ertragen; im Traghebel aber, und im Hebel von der dritten Art muß die Kraft nebſt der Laſt auch die Schwere des Hebels ertragen. Ferner um die Reibung zu verhüten,

ten, muß man die Unterlage keilförmig machen, auf welches man in Waagen beſonders zu ſehen hat.

Aus dieſen Gründen vom Hebel kann man leicht alle Waagen genau beurtheilen, und recht machen lernen, weil ſie in der That nichts anders als Hebel ſind; dergleichen ſind auch die Scheeren, Zangen, Heb- und Brecheiſen, deren Wirkung aus eben dieſen Gründen zu erklären iſt.

Eine Waage überhaupt iſt eine ſolche einfache Maſchine, womit man das Gewicht der Körper zu unterſuchen pfleget.

Von den Waagen giebt es verſchiedene Arten, davon die bekannteſten und gebräuchlichſten die gemeine Waage und die Schnellwaage ſind.

Die gemeine Waage iſt eine ſolche Waage, wo man ſo viel Gewicht einlegen muß, als man Waare wägen will. Sie wird folgender Geſtalt gemacht: man theilet eine eiſerne Stange AB, welche der Waagbalken heißt, (ſiehe die 29. Figur) in zwey gleiche Theile AC. und CB, ſo daß dieſe Theile von gleicher Schwere seyn. In C. richtet man eine Perpendiculärlinie CE. oder das Zünglein auf. In C. bekommt der Waagbalken eine Achſe, welche, um die Reibung zu verhüten, keilförmig und über den Schwerpunkt erhoben ſeyn muß, auf welcher ſich der Waagbalken in zwey Löchern des Gehäuſes CD. bewegen kann. In A. und B. hängt man die Waagſchalen an. Wenn das Gehäuſe das Zünglein deckt, iſt es ein Zeichen des Gleichgewichtes.

Um zu ſehen, ob eine gemeine Waage richtig ſey, muß man das Gewicht mit der gewogenen Sache verwechſeln; bleibt bey dieſer Verwechslung noch das Gleichgewicht, ſo iſt die Waage richtig.

Wenn aber das Gleichgewicht nicht bleibt, ſo iſt die Waage falſch. Nichts deſto weniger kann man doch auf einer falſchen Waage unterſuchen, wie viel man von

der

der gewogenen Sache bekommen habe; wenn man nämlich die zu wägende Sache auf beyden Waagſchaalen wägt, die beyderſeits eingelegten Gewichter, z. B. 16 ℔ und 9 ℔ durch einander multipliciret, und aus dem Produkte die Quadrat-Wurzel heraus zieht; als $\sqrt{16 \times 9} = 12$.

Daher wenn ich auf einer Waagſchale 16 ℔, auf der andern, um das Gleichgewicht wieder zu erhalten, 9 ℔ hätte einlegen müſſen; würde ich nicht mehr, als 12 ℔ bekommen haben.

Die Schnellwaage iſt, worauf man mit wenig Gewicht mehr wägen kann. Sie kommt mit der gemeinen Waage in allem überein, nur daß der Abſtand des Gewichtes, welches geſchoben werden kann, mehrern Theils länger iſt, als der Abſtand der zu wägenden Sache. Um ſolche zu verfertigen, könnte man zwar die Abſtände des Gewichtes mit dem Zirkel beſtimmen, ſo, daß wenn ich mit einem Pfunde 2 Pfunde wägen wollte, ich den Abſtand des Gewichtes zweymal länger machte, als den Abſtand der zu wägenden Sache: allein, um ſicherer zu ſeyn, beſtimmet man ſolche durch die Erfahrung. Siehe die 30. Figur.

Man findet auch nebſt dieſen zwey izt beſchriebenen Waagen noch eine Federwaage; allein weil ſolche wegen Unbeſtändigkeit der elaſtiſchen Kraft von keiner großen, wenigſtens von keiner beſtändigen Richtigkeit iſt, ſo können wir ſolche mit Stillſchweigen übergehen, und werden zur zweyten einfachen Maſchine, zum Rade an der Welle, ſchreiten.

Ein Rad an der Welle iſt eine jede Maſchine, wo ſich die Kraft in einem Kreiſe herum beweget, und zugleich einen Rundbaum, daran die Laſt angebracht iſt, mit ſich herum drehet. Dergleichen ſind der Haſpel und die Winde.

Ein Haſpel iſt, wo der Kreis, den die Kraft beſchreibt, einen Winkel mit der Horizontalfläche machet (ſiehe Tab. VI. die 31. Figur). Wenn aber der Kreis der Kraft mit dem Horizonte parallel läuft, z. B. in der 46. Figur; ſo heißt ſie eine Winde, welche entweder von Menſchen oder Thieren getrieben werden kann. In beiden, wie wir in zuſammengeſezten Maſchinen ſehen werden, kann das Vermögen der Kraft ſehr vergrößert werden.

Wenn bey einem Rade an der Welle eine kleinere Kraft eine größere Laſt im Gleichgewichte erhalten ſoll: muß der Halbmeſſer des Kreiſes, den die Kraft beſchreibt, um ſo vielmal größer ſeyn, als der Halbmeſſer des Rundbaumes, worauf ſich der Strick windet, um wie viel die Laſt größer iſt, als die Kraft. Z. B. in der 31. Figur, wenn die Kraft 1 ℔, die Laſt aber 6 ℔ iſt, muß AC. um 6mal größer ſeyn, als CB. Denn dieſe Maſchine iſt ein Hebel, wo der Ruhepunkt in C, der Hebepunkt in A, und der Schwerpunkt in B. iſt. Wäre aber die Kraft in D, wo der Abſtand der Kraft CE = 3 iſt; ſo würde 1 ℔ Kraft nur 3 ℔ Laſt im Gleichgewichte erhalten können.

Dieſe Maſchine, es mag ein Haſpel oder eine Winde ſeyn, iſt ſehr nüzlich und nothwendig, wenn eine große Laſt zu bewegen iſt. Man kann eine Laſt entweder aus der Tiefe heraus, wie es die Bergleute (ſiehe die 31. Figur) zu machen pflegen, oder auf eine Höhe hinauf ziehen, wie es in der 32. Figur zu ſehen iſt.

Eine Rolle des Klobens iſt ein Zirkel, oder eine Scheibe (ſiehe die 33. und 34. Figur), die um ihren Mittelpunkt C. beweget wird.

Die Rollen mit ihren Kloben ſind entweder befeſtiget, oder werden mit ihrer angehängten Laſt zugleich beweget. Sind ſie befeſtiget, (wie in der 33. Figur), heiſſen ſie unbewegliche Rollen. Werden ſie mit der angehängten Laſt, (wie in der 34. Figur), zugleich beweget; nennet man ſie bewegliche Rollen.

Eine unbewegliche Rolle, wenn die Schnüre parallel laufen, vermehret das Vermögen der Kraft nicht, weil ſie ein Hebel von der erſten Art iſt, wo die Abſtände vom Ruhepunkte C, als Halbmeſſer, einander gleich ſind. Sie dienet aber doch, um die Reibung zu verhüten, die Richtung bequemer zu machen, und nach Belieben zu verändern, ſo daß man ſich anſtatt Menſchen, Thiere bedienen kann, (z. B. in der 33. Figur).

In einer beweglichen Rolle aber, wenn die Schnüre parallel ſind, verhält ſich die Kraft zur Laſt wie 1 zu 2. Denn ſie iſt ein Hebel von der zweiten Art, wo der Abſtand der Kraft M. zweymal größer iſt, als der Abſtand der Laſt. Denn der Ruhepunkt iſt in B, der Hebepunkt in A, und der Schwerpunkt in C.

Die Reibung in einer Rolle wird deſto kleiner, je kleiner die Achſe, und je größer die Rolle iſt. Die Steife und Unbiegſamkeit der Stricke, beſonders wenn ſie neu ſind, machen bei den Rollen oft große Ungelegenheit.

Zu den einfachen Maſchinen gehöret auch die Schraube, welche in der 37. und 38. Figur vorgeſtellet wird. Man ſieht aus der Betrachtung dieſer Figur, daß eine ſchiefe Fläche um einen Rundbaum herum läuft, wo die Entfernung zweyer Gewinde e. f. die Höhe, der Umkreis, die Spindel, die Grundfläche, und das Gewinde ſelbſt, die Länge der ſchiefen Fläche iſt, auf welcher die Laſt hinauf ſteigen muß.

Alſo weil in der Schraube die Richtung der Kraft dem Gewinde beynahe parallel lauft, beſonders in kleinen Schrauben, und in dieſem Falle ſich in der ſchiefen Fläche die Kraft zur Laſt verhält, wie die Höhe zur Länge: ſo verhält ſich auch in der Schraube die Kraft zur Laſt, wie die Entfernung zweyer Gewinde zur Länge des Gewindes, oder zum Umkreiſe, den die Kraft beſchreibt, indem ſie ſich einmal herum dreht.

Je kleiner alſo die Kraft ſeyn ſoll, deſto näher müſſen die Gewinde beyſammen ſtehen.

Dieſe Maſchine wird mehrern Theils noch mit einem oder mehr Hebeln zuſammen geſetzet, und kann das Vermögen ſehr vermehret werden.

Sie dienet erſtlich, große Laſten aufzuheben, beſonders wo die Laſt einen kleinen Raum durchlaufen, und eine große Gewalt ausgeübet werden ſoll. Zweytens iſt ſie auch im Zuſammenpreſſen ſehr bequem. Siehe die 38. Figur.

Die gebräuchlichſten Materien zu großen Schrauben ſind hartes Holz, Eiſen oder Stahl. Die beſten ſind, wenn ſie geſchmiedet, hernach aber gefeilet, oder geſchnitten werden. Man bedienet ſich gegoſſener, welche wohlfeiler ſind.

Die Reibung iſt wie in der ſchiefen Fläche; in der Preſſe aber iſt ſie doppelt: die erſte in Gewinden, die zweyte unten an der Schraubenſpindel, wo die Fläche GH. angepreſſet wird.

Neunte

Neunte Vorleſung.

Fortſetzung der Erklärung der Maſchinen und Rüſtzeuge.

Wir kommen nunmehro zu den zuſammengeſezten Maſchinen. In zuſammengeſezten Maſchinen verhält ſich die Kraft zur Laſt, wie die Produkte, welche aus den Verhältniſſen der einfachen Maſchinen entſtehen. Z. B. in der 24. Figur verhält ſich im Hebel EF. die Kraft in E. zur Laſt in F, wie 1 zu 4 in dem Hebel AB, die Kraft in A. zur Laſt in B, wie 1 zu 3; folglich wenn ſie durch eine Rolle mit einander verbunden werden, verhält ſich die Kraft in A. zur Laſt in F. wie 1 × 1 zu 4 × 3, das iſt, wie 1 zu 12. Folglich kann in A. 1 ℔ Kraft 12 ℔ Laſt in F. im Gleichgewichte erhalten.

Eben ſo iſt es, wenn die ſchiefe Fläche mit dem Haſpel, und die Schraube mit dem Hebel zuſammengeſetzet wird.

Die zuſammengeſezten Maſchinen ſind theils Räder-Maſchinen, theils andere Maſchinen. Die Räder ſind dreyerley: Waſſerräder, Zahnräder und Schwungräder. Waſſerräder ſind, welche unmittelbar vom Stoße des Waſſers umgedrehet werden, wie in der 39. und 40. Figur. Zahnräder, welche Zähne haben, wie in der 41. Figur. Schwungräder ſind ſchwere Räder, welche die Gleichförmigkeit der Bewegung erhalten.

Die Waſſerräder werden oberſchlächtige Waſſerräder genannt, wenn das Waſſer von oben herab fällt, wie in der 40. Figur. Unterſchlächtige Waſſerräder ſind, wo das Waſſer unter der Welle an das Rad ſtößt.

Auch

Auch die Zahnräder ſind zweyerley: Stirnräder ſind, welche die Zähne auf der Stirne haben, wie das Rad F in der 41 Figur. Kammräder aber ſind, wo die Zähne auf der Seite mit der Achſe parallel ſtehen, wie in der 47 Figur das Rad O.

Das Getriebe iſt das kleinere Rad aus denen, die in einander arbeiten, wie in der 41 Figur das Rad G. Wenn aber anſtatt der Zähne Triebſtecken eingeſetzet ſind, heißt es ein Trilling, wie in der 47 Figur M iſt. Sind aber die Triebſtecken in dem Rundbaume ſelbſt eingeſtämmet, wird es Kumpf genannt.

In Räder-Maſchinen bedienet man ſich anſtatt der Zähne öfters der Schnüre oder Riemen, wo die Reibung die Stelle der Zähne vertretten muß.

Wenn mehr Räder zuſammengeſetzet ſind, daß eines in das andere greift; ſo wird ſich das letzte zu eben dieſer Zeit, wo ſich das erſte einmal umdrehet, ſo oft umdrehen, wie viel Einheiten in dem Quotienten ſtecken, welcher entſtehet, wenn man das Produkt aus allen Zähnen der Räder, welche in die Trillinge, oder Getriebe greifen, mit dem Produkte aus allen Triebſtecken, in welche die Zähne der Räder greifen, dividiret. Setzen wir z. B. im erſten Rade A 64 Zähne; im Trillinge, in welchen das Rad A greifet, 8 Triebſtecken, alſo wird ſich der Trilling ſamt ſeinem Rade B 8mal umdrehen, wenn ſich A einmal umdrehet. Hat das Rad B 48 Zähne, der Trilling aber, in welchen das Rad B greifet, 12 Triebſtecken, ſo wird ſich das lezte Rad C, welches in der Welle des zwölfſteckigen Trillings iſt, 4mal umdrehen, wenn ſich B einmal umdrehet, und folglich 32mal, wenn ſich das erſte Rad A 1mal umdrehet: nun aber ſind auch in dem Quotienten 32 Einheiten, denn

$$\frac{64 \times 48}{8 \times 12} \text{ iſt } = 32.$$ *)

Ein

*) Anmerk. Um die Menge der Figuren nicht zu ſehr zu vermehren, iſt dieſe Vorſtellung weggelaſſen worden; man kann ſich dieſe leicht denken, oder in jedem Uhrwerke vorſtellen.

Ein jedes Rad aus dem mittlern kann als das letzte betrachtet, und folglich in einem jeden die Zahl der Umdrehung gefunden werden.

Die Zahlen der Zähne von gleichen Entfernungen in Rädern verhalten ſich, wie die Peripherien oder Halbmeßer. Denn wo z. B. ein 3mal größerer Raum iſt, können auch 3mal mehr Zähne von gleicher Entfernung ſtehen: nun aber ſind die Peripherien die Räume, worauf die Zähne ſtehen, und die Halbmeſſer verhalten ſich wie die Peripherien; folglich iſt dieſes wahr.

Wenn alſo ein Rad 6mal mehr Zähne von einerley Entfernung haben ſoll, ſo muß der Halbmeſſer um 6mal größer gemacht werden.

Wenn die Kraft eine Laſt durch mehr Räder im Gleichgewichte erhalten ſoll, muß ſich die Kraft zur Laſt wie das Produkt aus den Halbmeſſern der Getriebe zum Produkte aus den Halbmeſſern der Räder verhalten.

Das kleinere Rad G aber (ſiehe die 41 Figur) muß in das größere Rad F greifen.

Aus dieſen Sätzen lernet man, wie die Zahl der Zähne eines Rades gefunden werden könne, wenn man weiß, wie oft ſich ein jedes Rad zu gegebener Zeit umdrehen ſoll: nämlich wenn man folgende Proportion ſetzet, und durch die Regel detri das vierte unbekannte Glied findet:

Wie ſich die Zahl der Umdrehungen des erſten Rades zu der Zahl der Umdrehungen des zweyten verhält, ſo verhält ſich die Zahl der Zähne im Getriebe zur Zahl der Zähne im Rade, welches in das Getriebe greifet. Z. B. in der 41 Figur, ſoll ſich das Getriebe G 6mal umdrehen, da ſich das Rad F 1mal umdrehet; iſt die Frage, wie viel das Rad F wird Zähne haben müſſen. Alſo wird

Zahl der Umd. der erſten	Zahl der Umd. der zweyten	Zahl der Zähne im Getriebe	Zahl der Zähne im Rade F.
1 :	6	= 6 :	X

und $X = \frac{6 \times 6}{1} = 36.$

das Rad F. 36 Zähne haben müſſen.

Die

Die Zahl der Zähne eines Rades z. B. des Getriebes iſt willkührlich.

Man lernet auch, wie man nach bekannter Kraft, Laſt, uud Zahl der Räder, die Größe der Halbmeſſer der Räder findeu kann; nämlich durch die Proportion:

Wie ſich die Kraft zur Laſt verhält, ſo verhält ſich das Produkt aus den Halbmeſſern der Getriebe zum Produkte ans den Halbmeſſern der Räder. Z. B. 3000 ℔ Laſt ſollen von 30 ℔ Kraft durch 3 Räder im Gleichgewichte erhalten werden; iſt die Frage: wie groß die Halbmeſſer dieſer Räder ſeyn müſſen. Die Halbmeſſer der Getriebe wollen wir alle einen Schuh lang nehmen.

Kraft Laſt Prod. a d. H. d. Prod. a. d. H. d.
30 : 3000 = Getriebe : Räder

$$1 \times$$

$$\frac{3000 \times 1}{30} = 100$$

Dieſes Produkt 100 zerfälle man in ſo viele Factoren, als man Räder haben will, z. B. $100 = 5 \times 5 \times 4$; folglich müſſen zwey Räder die Halbmeſſer 5 Schuh, und eines den Halbmeſſer 4 Schuh lang haben.

Die Größe der Halbmeſſer in Getrieben, und die Zahl der Räder iſt willkührlich; zweytens nimmt man auch mehrern Theils ſolche Factoren, die der Größe nach nicht gar zu viel unterſchieden ſind.

Zu den Räder-Maſchinen gehören die meiſten Uhren, alle Mühlen, und noch viele andere Maſchinen, deren Stoff ſo weitläufig iſt, daß man Bände nur von Uhren ſchreiben könnte. Wir wollen hier Kürze halber nur etwas von den nothwendigſten, z. B. von Uhren und Mühlen, berühren.

Eine Uhr iſt eine Maſchine, welche die Zeit anzeiget. Die Uhren laſſen ſich am beſten nach der bewegenden Kraft eintheilen. Einige nennet man Pendul- oder Gewichtuhren, welche von der Schwere eines Gewichtes ihre Bewegung haben, welche entweder Thurm- oder Stuben-

uhren ſind. Andere heiſſen Federuhren, welche von einer Feder beweget werden.

Alles das, was von Räder-Maſchinen überhaupt iſt geſaget worden, läßt ſich auch auf die Uhren anwenden. Z. B. die Welle, an welcher der Minutenzeiger iſt, muß ſich zwölfmal umdrehen, da ſich die Stundenwelle einmal umdrehet: folglich, wenn nur ein Rad, und ein Getriebe ſeyn ſoll; kann man die Zahl der Zähne, wie oben geſagt worden, finden. Wären aber mehr Räder, ſo müßte man dieſe Proportion ſetzen:

Wie ſich die Umdrehungen des erſten Rades, das iſt, die Umdrehungen der Stundenwelle zu den Umdrehungen des lezten Rades, das iſt, zur Minutenwelle verhalten: ſo verhält ſich das Produkt aus den Zähnen der Getriebe zum Produkte aus den Zähnen der Räder; das iſt, wenn wir 3 Räder nehmen, und in jedes Getriebe 6 Zähne machen.

Umdrehung der Stund.		Umdrehung der Minuten		Prod. a. d. Z. d. Getriebe		Prod. a. d. Z. d. Räd.
1	:	12	=	$6 \times 6 \times 6$	:	X
1	:	12	=	216	:	X und

das Produkt aus den Zähnen der Räder oder

$X = \frac{12 \times 216 = 2592}{1}$. Dieſes

Produkt zerfälle man in ſo viele Factoren, als Räder in das Getriebe der Minutenwelle greifen ſollen: z. B. hier in 3 Factoren. $2392 = 12 \times 12 \times 18$.

Alſo, wenn die Minutenwelle durch 3 Räder umgedrehet werden ſoll, und ein jedes Getriebe 6 Zähne hat, müſſen 2 Räder 13 Zähne, und das dritte 18 Zähne haben.

In den Uhren überhaupt hat man hauptſächlich auf die Gleichförmigkeit der Bewegung, und auf die Zahl der Schwankung zu ſehen. Die Gleichförmigkeit der Bewegung kann weder durch Gewichte, noch durch Federn erhalten

halten werden; weil die Gewichte die Bewegung beſchleunigen, und die Federn anfangs ſtärker ziehen. Folglich weil in Uhren die Gleichförmigkeit der Bewegung ſeyn muß; hat man auf Mittel, dieſe Gleichförmigkeit zu erhalten, bedacht ſeyn müſſen. Der ungleiche Zug der Gewichte wird durch einen Perpendikel gehoben, weil die Schwankungen zu gleichen Zeiten geſchehen; der ungleiche Zug der Feder aber durch eine Kegelſchnecke Fig. 43. Denn weil in der Spitze dieſer Schnecke die Entfernung der Kraft von der Achſe kleiner iſt, als nahe bey der Grundfläche; ſo wird durch die gröſſere Entfernung auf die lezte das wieder erſetzet, was an der Kraft der Feder abgeht.

Weil durch verſchiedene angeſtellte Verſuche gewiß iſt, daß ein einfaches Pendul, welches in einer Secunde 1mal, und alſo in einer Stunde 3600mal vibriren ſoll, 3 Schuh $8\frac{1}{2}$ Zoll nach dem Wiener Maaß, 3 Schuh $8\frac{4}{5}$ Zoll nach dem Pariſer Maaß lang ſeyn muß; ferner weil die Mathematiker beweiſen, daß ſich die Längen der Pendulen wie die Quadrate der Zeiten verhalten: ſo kann ein Uhrmacher allezeit die Länge des Penduls erfinden, wenn er nur weiß, wie oft es in einer Stunde oder Secunde ſchlagen ſoll; z. B. ein Pendul ſoll in einer Secunde 3mal, folglich in $\frac{1}{3}$ Secunde einmal ſchlagen; wie lang wird es ſeyn müſſen? Um dieſes zu erfinden, ſetze dieſe Proportion:

Quad. einer Sec.	Quadrat von einer Drittel Secunde	Länge in einer Secunde	Länge in einer Dritt. Secunde.
1 :	$\frac{1}{9}$ =	$38\frac{1}{2}$:	X alſo

iſt die Länge $X = \dfrac{\frac{1}{9} \times 38\frac{1}{2}}{1}$ welches durch die Regel detri ganz leicht geſchehen kann.

Uhren können nicht allezeit richtig gehen; denn erſtenz, haben die Weltweiſen gefunden, daß die Bewegung der Welt um ihre Achſe, ſo zu ſagen, nicht auf ein Haar gleich-

gleichförmig iſt; zweytens, weil ſich die Pendulen in großer Hitze oft merklich ausdehnen, und in großer Kälte zuſammenziehen; ferner weil bey großer Hitze die Widerſtehung der Luft kleiner als in großer Kälte iſt, welches alles Veränderungen in den Pendulen, und folglich im Anzeigen der Zeit hervor bringet.

Mühlen ſind Maſchinen, womit man mehrern Theils allerley Materien ſtampfet, zerſchneidet, oder verſchiedene Früchte zu Mehl oder andern kleinern Theilchen zerreibet.

Die erſtern heißen Stampfmühlen, wo entweder große viereckige Hölzer AB, wie die 44 Figur anzeiget, oder große hölzerne Hämmer, wie in der 45 Figur zu ſehen iſt, die Arbeit verrichten.

In dieſer Maſchine iſt hauptſächlich auf dieſes zu ſehen, daß die Stampfer oder Hämmer bequem aufgehoben werden, frey herab fallen, und durch dieſen Fall eine lebendige Kraft bekommen, welche zur vorgenommenen Arbeit hinlänglich iſt.

Die Stampfer in einer Stampfmühle werden am bequemſten durch Umdrehung einer waagrecht liegenden Welle G (ſiehe die 46 Figur) mit kurzen hölzernen Latten FFF, welche Däumlinge oder Hebedaumen heißen, aufgehoben.

Man läßt größten Theils zwey Stampfer in einem Mörſer zuſammen arbeiten.

Die Größe, die Figur, die Schwere, die Geſtalt, die Höhe, und das Beſchlagen ſowohl der Stampfer, als Mörſer, iſt nach der Materie, welche zerſtampfet werden ſoll, zu beſtimmen. Z. B. iſt die Materie hart, müſſen die Stampfer ſchwerer ſeyn, und höher aufgehoben werden, welches durch die Erfahrung dargethan werden muß.

Die Stampfmühlen werden nach Verſchiedenheit ihrer Arbeit wieder in verſchiedene Claſſen eingetheilet; nämlich die Pochmühlen, Pulvermühlen, Lohmühlen, Walkmühlen, Papiermühlen, u. ſ. w.

Poch=

Pochmühlen oder Pochwerke ſind Maſchinen, womit auf Bergwerken das mit vielem Geſteine vermiſchte Metall ſo klein, als möglich iſt, geſtoſſen wird, damit auf dem Waſchheerde die erdigen Theilchen deſto leichter weggeſchwemmet, und das abgeſonderte Metall zurück gehalten werde. Die Pochſtämpel werden ſtark mit Eiſen beſchlagen, und bis 70 ℔ ſchwer gemacht, der Boden des Pochtroges aber mit einer eiſernen Platte belegt.

Auf Pulvermühlen wird Salpeter, Kohlen und Schwefel durch einander geſtampfet. Die Stampfer ſind 10 bis 12 Schuh hoch, und unten mit Meßing beſchlagen. In dem Boden der Grubenlöcher iſt ein Spiegel mit Meßing, oder noch beſſer von hartem Holze.

In Lohmühlen ſtampfet man Rinden von gewiſſen Bäumen z. B. von Eichen und Tannen für die Gärber. Ihre Stampfer ſind mit Eiſen beſchlagen; und um die Rinden deſto leichter zu zerſtoſſen, haben ſie vier ſcharfe Ecken. Siehe die 46. Figur.

Walkmühlen ſind ſolche Stampfmühlen, in welchen Tuch, Kattun und andere Wollzeuge durch das Stampfen zur gehörigen Dichte und Gelindigkeit gebracht, wie auch von dem Fette gereiniget werden. Man brauchet dazu hölzerne Hämmer, wie in der 39. Figur, welche unten ſtufenweiſe eingeſchnitten ſind, um die Tücher im Walktroge deſto beſſer herum arbeiten zu können.

Dieſer Mühle bedienen ſich auch die Gärber, wenn ſie die im Gährungsgefäße erweichten, und mit Oel genug eingeſchmierten Felle walken, und geſchmeidig machen wollen.

Auf Papiermühlen werden die alten Lumpen erſtlich zerſchnitten, eingeweichet, und eine gewiſſe Zeit der Fäulung ausgeſtellet, nach dieſem aber unter die Stampfer gebracht, wo ſie völlig aufgelöſet, und gleichſam in einen Teig verwandelt werden. Die Stampfer ſind mehrerntheils hölzerne Hämmer, deren 4 in einem Troge zuſam-

men arbeiten, und durch eine Daumenwelle in Bewegung geſetzet werden.

Die Daumenwelle muß ſo eingerichtet ſeyn, daß, wenn ein Stampfer zu fallen anfängt, gleich ein anderer ergriffen werde, damit die Kraft allezeit gleichförmig zu arbeiten habe; die Däumlinge aber müſſen die Hebeplatten nicht eher ergreifen, bis die Däumlinge waagerecht zu ſtehen kommen, und damit der Hebedaumen die Hebeplatte nach erreichter Höhe ſogleich verlaſſe, muß die obere Seite des Hebedaumens und der Hebeplatte zugerundet ſeyn. (Siehe die 46. Figur). Ferner damit ein jeder Stampfer ſeine ganze Arbeit verrichte, laßt man einen Stampfer in einer jeden Umdrehung höchſtens 3mal fallen.

Bei allen Stampfmühlen fällt eine dreifache Reibung vor. Erſtlich reiben ſich die Zapfen der Daumenwelle, zweytens die Hebedaumen in den Hebeplatten, drittens die Stampfer in den Seitenbändern QQ und RR, von welchen ſie bey ihrem Auf- und Niederſteigen in ſenkrechter Stellung erhalten werden.

Auf eben dieſe Art werden die Hammerwerke gemacht, nur mit dem Unterſchiede, daß die Hämmer oft viel ſchwerer ſind, und manchmal auf eine andere Art gehoben werden. Ein dergleichen Hammerwerk iſt die 40. Figur.

In der Schneidemühle Fig. 42. müſſen durch das Waſſerrad zwey Bewegungen hervor gebracht werden. Es muß die Säge ſenkrecht auf und nieder gehen, um den Baum zu zerſchneiden; und es muß der zu zerſchneidende Baum ſamt dem Waagen M, worauf der Baum liegt, waagerecht gegen die Säge einrücken, damit ſie bey jeder Bewegung ein friſches Stück einſchneidet.

Die erſte Bewegung geſchieht durch einen krummen Zapfen AC, der an der Achſe des Waſſerrades iſt, und bey ſeiner Herumdrehung den Lenker AP ſamt der Säge PL, die mit dem Lenker durch ein Charnier bey P verbunden

den iſt, ſo weit hinauf hebet, und wieder herab zieht, als die Länge AC zweymal genommen beträgt.

Die zweyte Bewegung wird durch das Schiebrad FG hervor gebracht, welches von der Stange FH ſo oft um eine oder zwey Zinken fortgeſtoßen wird, als die Säge in die Höhe ſteigt. Es wird nämlich mit dem Sägegitter der Hebel K in die Höhe gehoben, und die Welle I, worin der Hebel ſteckt, zum Theile umgedrehet. In eben dieſer Welle ſteckt noch ein anderer Arm IH, in welchem bey H die Schiebſtange, die am Ende bey F eine eiſerne Klaue hat, und mit einem durchgeſchobenen Nagel befeſtiget iſt. An der Welle des Schiebrades iſt ein Getriebe, welches in die Zähne rrr eingreift, und den Waagen gegen die Säge treibt. In F iſt noch ein anderes klauenförmiges bewegliches Eiſen, welches durch ſein Eingreifen in die Zinken verhindert, daß das Schiebrad nicht zurück gehen könne. Dieſes Eiſen heißt der Sperrkegel.

Wenn in einem Sägegitter mehr Sägen ſind, können mehr Bretter zu gleicher Zeit geſchnitten werden.

Wenn der Kloß ganz durchgeſchnitten iſt, wird der Waagen mehrentheils durch das Schiebrad von Menſchen zurück gedrehet; obſchon auch in einigen Schneidemühlen ein beſonderes Waſſerrad dazu beſtimmet iſt.

Zur Zerſchneidung des Klotzes trägt auch die Schwere der Säge und des Sägegitters vieles bey. Man machet ſie zu Zeiten noch mit Gewichten ſchwerer, doch ſo, daß ſie die bewegende Kraft leicht bewegen könne. Belidor beſtimmet das Verhältniß dieſer Schwere zu dem wirklichen Vermögen wie ungefähr 1 zu 30.

Unter allen Mühlen iſt die Mahlmühle die nothwendigſte; deren Haupttheile ſind zwey über einander gelegte Mühlſteine (ſiehe die 47. Figur), einer A unbeweglich, welcher der Bodenſtein heißt, der andere B, welcher in einem Zirkel herum beweget, und der Läufer genannt wird.

Ueber dem Läufer befindet ſich ein hölzerner Trichter C, der Kumpf, die Goß genannt, in welchem das Getreide aufgeſchüttet wird. Dieſer Kumpf hat anſtatt des Bodens ein bewegliches Bret, den Schuh D, welcher mit einem Riemen F in die Höhe gehoben, und niedergelaſſen werden kann. Der Schuh wird durch den Ruhnagel f, der unten daran befeſtiget iſt, beſtändig, und zwar deſto heftiger geſchüttelt, je ſchneller der Läufer herum gehet. Bei dieſem Schütteln fallen die Körper durch das Loch, welches mitten durch den Läufer durchgeht, bis auf den Bodenſtein, wo ſie zermahlen werden.

Damit die zermahlene Frucht beiſammen bleibe, iſt der Läufer mit einem hölzernen Kranze, oder einer Zarge GG umgeben, der eine einzige Oefnung hat; nämlich das Mehlloch A., wo die Frucht in den Beutel IK hinaus fällt. Dieſer Beutel wird von einem Hebel L, der ihn ergreift, und durch den Stecken Q, der an das Mühlſtämmgetriebe M immer anſtößt, beſtändig gebeutelt; und alſo fällt das Mehl gleich als durch ein Sieb in den Mehlkaſten N; die Kleyen aber, und Grütze fallen durch die andere Mündung des Beutels bey K. heraus, und kommen gemeiniglich noch auf ein oder das andere Sieb, um in mehrere Sorten eingetheilet zu werden.

Dieſe mit Grütze vermiſchten Kleyen werden wieder, ja zum dritten und viertenmale, und noch öfter aufgeſchüttet, bis endlich alles Mehl abgeſondert iſt, und die Kleyen zurück bleiben.

Das Mühleiſen, oder die eiſerne Stange, welche den Läufer trägt, muß auf einem beweglichen Stege P ſtehen, welcher hinauf geſchoben oder hinunter gelaſſen werden kann, wenn die Mühlſteine enger beiſammen, oder weiter von einander ſtehen ſollen.

Wenn die Mühlſteine gut mahlen ſollen, müſſen ſie öfters geſchärfet, und nach der Schärfung mit Steinmehle oder Kleyen abgelaufen werden.

Einige

Einige wollen zwar am Bodenſteine eine erhabene, im Läufer aber eine vertiefte Figur haben; allein ſie ſind beſſer, wenn die gegen einander ſehenden Flächen eben und flach gemacht werden.

Der Mühlſtein ſoll ungefähr 120mal in einer Minute herum laufen; obſchon einige wegen großer Erhitzung der Frucht nur 60mal zulaſſen wollen. Wider die Erhitzung werden im Läufer nach der Richtung des Durchmeſſers 2 oder 4 Rinnen, welche man die Römiſch heißt, ausgehauen.

Die Mühlen, wo die bewegende Kraft ſchnell geht, haben nur ein Kammrad O mit ſeinem Getriebe M. Dieſem giebt man gemeiniglich 6 Stecken, und dem Kammrade 72 bis 84 Kämme. In Mühlen aber, wo die bewegende Kraft langſam beweget wird, machet man, um die Geſchwindigkeit zu vermehren, ein doppeltes Geſchirr, das iſt: zwey Kammräder, und zwey Getriebe.

Noch eine nützliche, und für das gemeine Leben nothwendige Räder-Maſchine iſt die Fuhrmannswinde. Dieſe, wie die 48 Figur anzeiget, beſteht aus zwey, oder auch mehrern Rädern G, P, und einer Hebeſtange AB. Das Rad G wird unmittelbar von der Kraft durch eine Kurbe D beweget, welche in das Rad P, das Getriebe aber am Rade P in die Zähne der Hebeſtange greift, und folglich mit großem Vortheile der Kraft eine große Laſt in die Höhe hebt.

Die Schraube ohne Ende oder die ewige Schraube, welche, wie in der Fignr 49, in ein Zahnrad eingreift, und einen Zahn nach dem andern fortrücken macht, thut in vielen Umſtänden ſehr gute Dienſte. Sie hat ein ſehr groſſes Vermögen, bringt aber eine ſehr langſame Bewegung hervor.

Das bekannte Schlagwerk iſt bei allen Waſſerarbeiten, beſonders bei dem Brückenbaue, unentbehrlich, um die Pfähle einzurammen. Der Haupttheil iſt ein

ſchwe-

ſchwerer Block oder Schlägel, der Knecht oder der Bär genannt, welcher mit deſto größerer Kraft auf den einzuſchlagenden Pfahl herab fällt, je höher er zuvor iſt hinauf gebracht worden. Es kann hierzu ein jedes Hebezeug dienen; in der 50 Figur geſchieht es durch ein Tret-Rad.

Von Maſchinen, welche an ſich keine Räder-Maſchinen ſind, doch mit Räder-Maſchinen verbunden werden können, wollen wir nur einige der nothwendigſten abhandeln. Dieſe ſind der Flaſchenzug und die Waſſerpumpe.

Ein Flaſchenzug iſt eine Maſchine, welche aus mehrern Rollen zuſammengeſetzet iſt, und dienet vorzüglich, große Laſten zu bewegen.

Dieſe Bewegung kann entweder durch ſo vielmalige Wiederhohlung der Stricke, als bewegliche Rollen ſind, oder durch einen einzigen Strick geſchehen. Laufen die Stricke parallel, ſo verhält ſich im erſten Falle die Kraft zur Laſt, wie 1 zum Produkte aus 1, und ſo viel Zweyern, als bewegliche Rollen ſind. Z. B. in der 35 Figur wie 1 zu $1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ oder wie 1 zu 16; im zweyten Falle aber, wie 1 zur doppelten Zahl der beweglichen Rollen. Z. B. in der 36. Figur wie 1 zu 4.

Alſo können in der 35 Figur mit 25 ℔ Kraft 400 ℔, und in der 36 Figur 100 ℔ im Gleichgewichte erhalten werden.

Damit im zweyten Falle die Stricke parallel laufen ſo muß ſich die Größe der Rollen, wie 1, 2, 3, 4, = = = = = = = verhalten.

Die Waſſerpumpe iſt eine Maſchine, womit man das Waſſer über die Waage treiben kann. Sie beſteht aus einer geraden Röhre GD (ſiehe die 51 Figur,) welche bis in das Waſſer geht, und unten ein Ventil E. oder glatten Deckel hat, welcher ſich in einer Charnier beweget. In dieſer Röhre wird ein der Röhre gut anpaſſender Kolben M durch eine Stange G hinunter und hinauf ge-

geſchoben, welcher eben mit einem Ventil F verſehen iſt. Wird dieſer Kolben hinunter geſchoben, ſo drückt er die Luft aus der Röhre, und bleibt im Zurückziehen des Kolbens ein leerer Raum, und der Druck der Luft auſſer der Röhre; folglich öfnet ſich durch den Druck der äuſſern Luft das untere Ventil E, und das Waſſer wird von der äuſſern Luft hinauf getrieben.

Wird der Kolben M zum zweytenmale hinunter geſchoben, ſo öfnet ſich das Ventil F; und weil wegen des Zuſchließens des untern Ventils E das Waſſer da bleiben muß, wird in dem Herabſtoßen des Kolbens M das Ventil F geöfnet, und das Waſſer über den Kolben zu ſteigen genöthiget. Dieſes geſchieht ſo lange, bis das Waſſer beym Ausguſſe H in den beſtimmten Behälter hinaus läuft.

Bey Pumpwerken müſſen die Röhren in einer geraden Linie ſtehen; weil man ſonſt den Kolben darin nicht würde bewegen können.

Der Kolben, wie die 51 Figur anzeiget, kann leichter durch einen Hebel, und dieſer Hebel wieder von einer Räder-Maſchine in Bewegung geſetzet werden.

Aus dieſem iſt leicht zu verſtehen, wie man das Waſſer entweder aus der Tiefe bis auf die Oberfläche der Erde, oder von der Oberfläche der Erde auf hohe Waſſerthürme bringen, ferner: weil das Waſſer beynahe ſo hoch ſteiget, als es gefallen iſt, wie man durch Waſſerthürme auch hohe Oerter mit Waſſer verſehen könne.

Von der Reibung.

Die Maſchinen, welche wir berechnet haben, ſind ſo berechnet worden, als ob keine Reibung in denſelben vorhanden wäre; allein ſie macht ſo groſſe Veränderungen, daß die Maſchinen, welche in Modellen ihre Verrichtungen mit gröſter Genauigkeit hervorbringen, oft entweder viel

anders

anders, oder gar nicht beweget werden. Alſo iſt es nöthig, etwas von dem Verhältniſſe der Reibung und den Mitteln wider dieſelbe zu erklären.

Die Reibung wird beinahe um ſo viel größer, als der Druck des bewegenden Körpers, die Ungleichheit und Härte der Fläche, und des bewegten Körpers. Beſonders aber lehret die Erfahrung, daß erſtlich, wenn Holz auf Holz, auf Steine oder auf Eiſen; Eiſen auf Meßing, auf Zinn beweget wird, man den dritten Theil, und um die Reibung zu überwinden, noch etwas mehr von dem wirklichen Druck nehmen müſſe; zweytens: daß die Reibung in Körpern von einerley Materie größer ſey, als wenn ſie von verſchiedenen Materien ſind. Aus dieſer Urſache läßt man die eiſernen Zapfen in Meßing oder Holz, die meßingen aber in Zinn laufen. Einem Zahnrade von Meßing giebt man ein eiſernes Getriebe.

Mittel wider die Reibung ſind folgende. Erſtlich: wenn man die Flächen, worauf die Bewegung geſchieht, gut ſchleifet und poliret. Zweytens: wenn man die Vertiefungen mit Waſſer, Oel oder andern Fetten ausfüllet; beſonders in Metallen kann die Reibung durch Baumöl, und im Holze durch Seife gehoben werden. Wenn die Bewegung der Steine auf Holz, oder wechſelsweiſe geſchieht, kann das Waſſer die beſten Dienſte thun.

Dies ſind die vornehmſten Werkzeuge und Maſchinen, deren man ſich im gemeinen Leben zu bedienen pflegt. Freilich ſind es bei weitem noch nicht alle; aber eine nähere Beſchreibung davon gehöret auch nicht hieher, ſondern in die Technologie, und eine genauere Kenntniß ihrer Verfertigung, Zuſammenſetzung, und Berechnung ihrer Kräfte und Wirkungen in die eigentliche Lehre der Mechanik oder Bewegungskunſt. Indeß beruhet doch auf den bisher aus einander geſetzten Gründen die Einrichtung aller übrigen Maſchinen, wie ſie auch immer Geſtalt und Namen haben, und ſo vielfach ihre Zuſammenſetzung ſeyn

mag:

mag: und man erſiehet alſo zugleich daraus, daß man leicht beſtimmen kann, wie eine Maſchine eingerichtet werden müſſe, wenn man nur vorher weiß, welche Wirkungen ſie zu leiſten habe, und wie ſtark die Kräfte ſind, wodurch ſie die verlangten Wirkungen hervorbringen ſoll.

Indeſſen darf man doch auch nicht glauben, daß alle Maſchinen und Rüſtzeuge, die ſich berechnen, durch Zeichnungen entwerfen, und in Modellen darſtellen laſſen, auch wirklich im Großen ausführbar ſind, und die erwarteten Wirkungen leiſten. — Ich will hier der, vielleicht ganz gut gemeinten, im Grunde aber oft auch lächerlichen Maſchinen, wodurch man eben das hat bewirken wollen, was mehrere Menſchen zuſammen bewirken können, gar nicht gedenken: ſondern ich rede nur von ſolchen Erfindungen gewiſſer Maſchinen, welche mit vieler Mühe und Aufwand wirklich ſind gebauet worden, und am Ende das, was ſie leiſten ſollten, nicht nur nicht geleiſtet haben, ſondern oft gar nicht in Bewegung zu bringen geweſen ſind; ob ſie gleich nach den richtigſten Berechnungen erbauet wurden. —

So ließen ſich wohl Maſchinen berechnen und im Modell entwerfen, wodurch ein einziger Menſch eine Laſt von mehrern tauſend Centnern zu bewegen im Stande wäre: ja man könnte, wie Archimed, ganz wohl behaupten, daß ſich eine Maſchine erfinden ließe, wodurch man die Welt aus ihren Angeln heben könnte. — Aber man muß nur nicht vergeſſen, daß — wie ich ſchon oben ſagte, nicht alle hypothetiſche Möglichkeiten auch phyſiſch möglich ſind. — Wollte man ſich eines Hebels hierzu bedienen: ſo würde man vielleicht alle Bäume auf der ganzen Erde dazu nöthig haben, und wer möchte dieſen Hebel zuſammenſetzen, ohne daß er von ſich ſelbſt zerbräche; und wenn er hielte, wer möchte ihn regieren. — Wollte man Räder dazu brauchen, ſo würden ſie noch weniger halten? —

Doch wenn auch die Zerbrechlichkeit der Materien, woraus alle unſre Maſchinen gemacht werden, nicht wäre: ſo

ſo haben ſie doch noch andere Eigenſchaften, welche ihrer Bewegung hinderlich ſind.

Erſtlich iſt ſchon die ſpezifiſche Schwere der Körper ſelbſt ihrer Bewegung nachtheilich, und man muß bei allen Maſchinen, wodurch man Laſten mit wenig Kraft bewegen will, darauf Rückſicht nehmen, und ſo viel an der Kraft zuſetzen, als das Gewicht der zu bewegenden Maſchine ſelbſt, beträgt. Ferner behalten alle Körper, ſo glatt ſie auch immer polirt werden können, doch noch eine gewiſſe Rauhigkeit, welche ein Reiben verurſachen, das der Bewegung allerdings ſehr hinderlich iſt. Hängt man z. B. ein Centnergewicht an der Schnellwaage zehnmal weiter von dem Ruhepunkten, als die Laſt von demſelben iſt: ſo trägt es genau 10 Centner, und ſollte nach den Geſetzen des Hebels, augenblicklich niederſinken, mithin die Laſt in die Höhe bewegen, ſo bald man nur ein einziges Quentchen hinzu legt, ſo wie der Arm einer Goldwaage, die Uiberwucht bekommt, ſo bald man ein einziges As darauf legt. Auf den Arm der Schnellwaage aber können wohl etliche Pfund liegen, ehe ſie einen Ausſchlag giebt. Woher kommt dies ſonſt, als von dem Reiben des Zapfens in der Pfanne? — Dieſes Reiben iſt bei allen groſſen und zuſammengeſezten Maſchinen ohnmöglich zu vermeiden. —

Nichts deſto weniger hat der menſchliche Geiſt doch Maſchinen erfunden, wodurch erſtaunliche und unbegreifliche Dinge ſind bewirkt worden. — So ſoll, wie man ſagt — die groſſe, 275 Centner ſchwere Glocke in Erfurth von einem zwölfjährigen Mädchen einzig und allein in die Höhe gezogen worden ſeyn. — So unglaublich dieſe Sage ſcheint; ſo enthält ſie doch gar nichts widerſprechendes. — Was müſſen das für Maſchinen geweſen ſeyn, vermittelſt welcher die ungeheuren Steinklumpen, die noch heut zu Tage vor dem Frauenthore bei Nürnberg liegen, und zu dem Baſſin des ſchönen Brunnens beſtimmt waren, hieher ſind geſchaft worden? — Aber was iſt alles

dieſes gegen die koloſſaliſchen Gebäude der Alten? — Durch welche Maſchinen mögen wohl die Steine auf die Spitzen der unermeßlich hohen ägyptiſchen Pyramiden ſeyn gebracht worden? — Mit welchem Hebezeug hat man wohl den Koloß zu Corinth und den Pharus zu Alexandria aufgerichtet? Gewiß, die Alten — ob ſie gleich manche ſchöne Erfindung entbehret haben, die uns izt ſo viel Vergnügen als Nutzen gewähren — haben ſie doch auch manche andere Erfindungen gehabt, um welche wir ſie beneiden müſſen.

Laſſen Sie uns zum Schluß dieſer Betrachtung die Allweißheit des Schöpfers bewundern, der dieſe Kräfte in die Materie gelegt, und ſeine Güte erkennen, die den Menſchen den Verſtand ertheilt hat, die Materie ſo zu formen, daß ſie dieſe Kräfte äuſſern kann. — Wie kümmerlich würden wir uns behelfen, und wie viel würden wir entbehren müſſen, wenn das nicht ſo wäre! Es ſey uns aber auch ein Sporn und Antrieb, die bewundernswürdige Einrichtung der Natur immer mehr zu ſtudiren, ihre Geſetze einſehen und verſtehen zu lernen, und unſern Verſtand anzuwenden, die Kräfte der Natur zu unſerm Nutzen, und zu edlen Abſichten zu gebrauchen; denn das iſt der beſte Dank gegen den Allgütigen! —

Zehnte Vorleſung.

Einige Bemerkungen über den Unterſchied zwiſchen den feſten und flüſſigen Körpern.

Wenn ich die Naturlehre, welche den Gegenſtand meiner diesmaligen Vorleſungen ausmacht, dergeſtalt abhandeln wollte, wie es die ſyſtematiſche Ordnung in dieſer Wiſſenſchaft verlangt: ſo müßte ich nun von dem Unterſchiede zwiſchen feſten und flüſſigen Körpern reden, und dieſe Abhandlung würde für die meiſten derſelben etwas trocken werden. Ich will daher, ohne dieſen ſehr nüzlichen Gegenſtand ganz zu übergehen, nur das Nothwendigſte und Merkwürdigſte davon berühren.

Wenn man auf den Zuſammenhang der Theile aus denen die körperlichen Dinge zuſammengeſezt ſind, Achtung giebt; ſo bemerkt man hierinnen folgenden wichtigen Unterſchied. Bei vielen Körpern haben die Theile einen ſo ſtarken Zuſammenhang, daß man dieſelben nicht ohne Mühe von einander trennen kann; bei andern hingegen iſt dieſer Zuſammenhang ſo ſchwach, daß ſie ſich durch die leichteſte Bewegung von einander abſondern laſſen. — Dieſe Verſchiedenheit nun hat zu der Eintheilung der Körper in feſte und flüſſige Gelegenheit gegeben.

Man nennt alſo Körper, welche einen ſtarken Zuſammenhang haben, feſte, und die ſchwach zuſammenhängen flüſſige Körper. — Indeſſen iſt der Ausdruck ſtark und ſchwach ſehr unbeſtimmt; denn es giebt auch Körper die einen ſchwachen Zuſammenhang haben, und gleichwohl zu den feſten gerechnet werden, wie z. B. Erde,

Erde, naſſer Thon, u. ſ. w. — Doch glaube ich auch, daß es für uns weiter keinen ſonderlichen Nutzen haben würde, wenn wir uns länger bei dieſer Erklärung aufhalten wollten.

Einige der feſten Körper haben noch das Beſondere, daß man ihre Theile in eine andere Lage bringen, und dadurch die Figur des Körpers ändern kann, ohne den Zuſammenhang ihrer Theile zu vernichten. Bei manchen Körpern hingegen iſt keine ſolche Veränderung der Figur durch einen äuſſerlichen Druck möglich, ohne daß der Zuſammenhang ihrer Theile aufhöret. Körper von der erſten Art, wie z. B. Gold, Blei, Zinn, Papier, u. ſ. w. pflegt man biegſam; Körper von der andern Art aber, wie die Steine und Salze, ſpröde zu nennen.

Unter den biegſamen Körpern giebt es einige, welche die Eigenſchaft haben, ihre vorige Figur, die durch einen Druck verändert worden iſt, aus eigener Kraft wieder anzunehmen, ſo bald dieſer äuſſere Druck aufhöret. Dieſe Eigenſchaft iſt die Elaſticität, und dergleichen Körper werden elaſtiſche genannt. Wir haben dieſe Eigenſchaft ſchon an der Luft in einem vorzüglich hohen Grade bemerkt.

Indeſſen, ſo wenig es bis daher den Naturforſchern gelungen iſt, dieſe merkwürdige Eigenſchaft vollkommen zu entdecken und zu erklären: ſo iſt ſie es doch, welche uns im gemeinen Leben tauſend Vortheile und Vergnügungen gewähret. Ohne dieſe Eigenſchaft würden wir weder Taſchenuhren noch andere ähnliche Werkzeuge und Maſchinen haben, durch deren Hilfe wir die gröſten Laſten aufheben und anſehnliche Gebäude errichten. Wir würden das Schieſpulver, und viele andere angenehme und nüzliche Dinge entbehren müſſen, wenn es keine elaſtiſche Körper gäbe, und ohne Elaſticität der Luft fielen alle ihre ungemein groſſen Wirkungen und Vortheile weg, die ſie faſt einzig durch dieſelbe uns leiſtet.

Die Flüſſigkeit einiger Körper iſt in der That eine ſehr merkwürdige Eigenſchaft, und ſie iſt es werth, daß wir ihr eine etwas längere Aufmerkſamkeit ſchenken. — Man kann nicht eigentlich ſagen was die Flüſſigkeit ſey. Die wahrſcheinlichſte Vermuthung iſt wohl die, daß man annimmt, die Theilchen, woraus die flüſſigen Körper beſtehen, haben eine runde Geſtalt, und mitfolglich einen geringen Zuſammenhang; weil ſie ſich nur in wenig Punkten berühren. Daß wenigſtens diejenigen Theile der feſten Körper, die noch in die Sinne fallen, eine runde Geſtalt haben, iſt aus der Erfahrung hinlänglich bekannt. Man betrachte z. B. die kleinen Theilchen der Milch, des Bluts, des Oels, des Queckſilbers und des Rauchs mit einem Vergrößerungsglaſe; ſo wird man ſehen, daß ſie alle aus lauter Kügelchen beſtehen. —

Da nun alle Theile eines flüſſigen Körpers einen ſehr geringen Zuſammenhang unter einander haben, und doch alle ſchwer und ſehr fein ſind; ſo erſiehet man hieraus zugleich die Urſache, warum die Oberfläche des Waſſers und anderer flüſſiger Materien, deren Theile keine merkliche ausdehnende Kraft beſizen, allemal horizontal iſt, wenn ihre Theile völlig in Ruhe ſind. Es iſt aber auch keine andere Lage möglich, in der ſie ruhig bleiben könnten; denn wenn z. B. einige Theile des Waſſers in einem Gefäß höher liegen ſollten, als die andern, ſo würden die höhern gleich wie eine Kugel auf einer ſchiefen Fläche, vermöge ihrer Schwere herabrollen, und dieſes Herabrollen könnte durch den geringen Zuſammenhang der Theilchen unter einander nicht verhindert werden. Dieſes wird nun durch die Erfahrung beſtätiget, und wir ſehen nunmehr den Grund davon ein. Bei der Attraction oder anziehenden Kraft iſt ſchon erwähnt worden, daß flüſſige Körper in Gefäßen gewöhnlich am Rande höher ſtehen, als in der Mitte, und es wurde dort auch der Grund davon angegeben. Man muß ſich alſo dadurch nicht irre machen laſſen, wenn man findet,

daß

daß eine Flüſſigkeit am Rande eines Gefäßes, deſſen Dichtigkeit größer iſt als die Dichtigkeit des flüſſigen Körpers ſelbſt, höher ſtehet; ſo wie im Gegentheil ein flüſſiger Körper in der Mitte höher ſtehen kann, als an dem Rande, wenn deſſen Dichtigkeit größer iſt, als die des Gefäßes. Glas iſt z. B. dichter als Waſſer, aber nicht ſo dichte als Queckſilber. Das Waſſer ſtehet daher am Rande eines gläſernen Gefäßes etwas höher, als in der Mitten, weil die Waſſertheilchen von dem Glaſe ſtärker, als von den übrigen Waſſertheilchen angezogen werden, und daher mehr mit dem Glaſe, als unter ſich zuſammen hängen. Hingegen ſteht das Queckſilber am Rande eines gläſernen Gefäßes etwas niedriger, und in der Mitte höher, weil die Queckſilbertheilchen einander wegen ihrer größern Dichtigkeit ſtärker anziehen, als ſie von den Glastheilchen angezogen werden können, und daher auch unter ſich mehr als mit dem Glaſe zuſammen hängen.

Unter mehrern zum Theil ſehr merkwürdigen Eigenſchaften, welche die Naturforſcher an den flüſſigen Körpern bemerkt haben, iſt dieſe eine der vornehmſten, daß andere feſte Körper, wenn ſie in dieſelben getaucht werden, einen beträchtlichen Theil ihrer eigenen Schwere verlieren, und leichter werden. — Dieſe Verminderung des Gewichtes beträgt gerade ſo viel, als das Gewicht von demjenigen Theile der flüſſigen Materie, welcher durch den feſten Körper aus ſeiner Stelle getrieben wird. Man kann ſich durch einen leicht anzuſtellenden Verſuch davon ſelbſt überzeugen. Man hänge an eine Waage einen Kubikzoll Blei, und lege in die andere Waagſchale ſo viel Gewichte, bis der Waagbalken horizontal ſtehet. Nun tauche man dieſen Kubikzoll Blei in ein Gefäß mit Waſſer, doch ſo, daß die andere Waagſchale, oder das Gewicht, welches man an den andern Arm der Waagſchale angebracht hat, das Waſſer nicht berührt; ſo wird man finden, daß der Arm der Waagſchale, an welcher das Blei hängt, in die Höhe geht, und der Kubikzoll

Blei nunmehr um ſo viel weniger wiegt, als das Gewicht eines Kubikzoll Waſſers austrägt. Denn das Waſſer trägt ſo viel von der Schwere des eingetauchten Körpers, als der Theil des Waſſers wiegt, welcher ſich vorher in dem Raum befand, den nunmehr der eingetauchte Körper ausfüllt; das an der Waage angebrachte Gewicht braucht alſo nur den übrigen Theil der Schwere dieſes Körpers zu tragen, der vom Waſſer nicht getragen werden kann.

Daher muß denn auch ein Körper von ſchwererer Art in einer flüſſigen Materie von leichterer Art, wenn er von nichts gehalten wird, niederſinken; weil ſeine Schwere von dem Flüſſigen, das ihn umgiebt, nicht ganz getragen werden kann, und zwar muß er mit deſto größerer Geſchwindigkeit niederſinken, je größer ſeine eigenthümliche Schwere iſt; weil ein ſchwererer Körper in einem Flüſſigen eben ſo viel und nicht mehr von ſeiner Schwere verliert, als ein leichterer Körper von eben der Größe, und folglich alſo jener mehr Kraft zum Niederſinken übrig behält, als der leichtere. — Z. B. Ein Körper von einer gewiſſen beſtimmten Größe wiege 4 Pfund, und ein anderer, eben ſo großer Körper nur 2 Pfund, und das Waſſer, welches eben ſo viel Raum einnimmt als einer von beiden Körpern 1 Pfund; ſo wird alſo ſo wohl der erſtere als der leztere von beiden Körpern im Waſſer Ein Pfund von ſeiner Schwere verlieren, und folglich wird der erſtere vierpfündige Körper izt noch mit drei Pfund, der leztere zweipfündige aber nur noch mit einem Pfund Kraft niederſinken. —

Iſt die eigenthümliche Schwere eines feſten Körpers eben ſo groß, als die eigenthümliche Schwere der flüſſigen Materie, in welche er getaucht wird; ſo kann er nicht niederſinken, weil er auf den Theil der flüſſigen Materie, die ihn umgiebt, nicht ſtärker drückt, als er von ihr gedrückt wird. Er muß alſo innerhalb derſelben überal ſtehen bleiben, wo er hingeſtoßen wird.

Wird

Wird hingegen ein feſter Körper von leichterer Art in einen flüſſigen von ſchwererer Art getaucht; ſo muß derſelbe allemal oben ſchwimmen, und auch, wenn er durch eine Kraft unter die Oberfläche der flüſſigen Materie gedrückt wird, von ſelbſt wieder in die Höhe ſteigen, ſo bald die Wirkung dieſer Kraft aufhört; weil er von der flüſſigen Materie, die ſich unter ihm befindet, weit ſtärker aufwärts gedrückt wird, als er, wegen ſeiner geringen Schwere, niederwärts drücken kann. In dieſem Falle taucht ſich auch der feſte Körper nie ganz in die flüſſige Materie ein, ſondern nur ein Theil von demſelbigen: ſo daß die flüſſige Materie, welche durch den eingetauchten Theil aus ihrer Stelle vertrieben wird, eben ſo viel wiegt, als der ganze Körper; weil der ganze Körper nicht ſtärker auf das Flüſſige drückt, als der Druck der flüſſigen Materie beträgt, welche der eingetauchte Körper aus ihrer Stelle vertreibt. Wäre z. B. die eigenthümliche Schwere des feſten Körpers (vorausgeſezt, daß derſelbe nicht hohl iſt,) nur halb ſo groß, als die eigenthümliche Schwere des Flüſſigen, ſo würde ſich auch nur die Hälfte von demſelben eintauchen; weil die flüſſige Materie, welche von der eingetauchten Hälfte des feſten Körpers aus ihrer Stelle vertrieben wird, in dieſem Falle eben ſo viel wiegt, als der ganze feſte Körper, und daher der Druck des ganzen Körpers nicht größer iſt, als der Druck eines halb ſo großen Theils von der flüſſigen Materie. Wäre die eigenthümliche Schwere des flüſſigen Körpers dreimal größer, als die Schwere des feſtern; ſo würde ſich nur der dritte Theil deſſelben eintauchen, weil der ganze Körper nicht mehr wiegt, und daher nicht ſtärker auf das Flüſſige drückt, als der Theil des Flüſſigen, welchen der dritte Theil des feſten Körpers aus ſeiner Stelle vertreibt.

Hieraus läßt ſich demnach folgende Regel abſtrahiren, nämlich: daß ſich der eingetauchte Theil des feſten Körpers zu ſeiner ganzen Größe verhält, wie die Schwere

des feſten Körpers zu der Schwere der flüſſigen Materie, die eben ſo viel Raum einnimmt, als der feſte Körper. Iſt nun der feſte Körper nicht hohl, ſo kann man aus dem Verhältniſſe des eingetauchten Theils zu der Größe des ganzen Körpers, das Verhältniß der eigenthümlichen Schwere des flüſſigen und feſten Körpers erkennen.

Weil nun alſo ein feſter Körper in einem flüſſigen nicht unterſinken kann, wenn derjenige Theil der flüſſigen Materie, der eben ſo viel Raum einnimmt, als der feſte Körper, mehr als dieſer wiegt; ſo iſt leicht einzuſehen, daß auch ein Körper von ſchwererer Art in einer flüſſigen Materie von leichterer Art ſchwimmen muß, wenn man den ſchweren Körper ſo einrichtet, daß er einen größern Raum einnimmt, als ein eben ſo ſchwerer Theil der flüſſigen Materie. Man mache z. B. aus einem Stück Kupfer, das zehen Pfund wiegt, eine hohle Kugel von der Größe, daß ſie einen Kubikſchuh Raum einnimmt; ſo wird dieſelbe auf dem Waſſer eben ſo wie das leichteſte Holz ſchwimmen; weil ein Kubikſchuh Waſſer weit mehr, nämlich 64 Pfund wiegt. — Daher können denn auch die meiſten Fiſche im Waſſer nach Belieben unterſinken und in die Höhe ſteigen, weil ſie der Schöpfer mit einer Blaſe verſehen hat, die mit Luft angefüllet iſt, und die ſie durch Hilfe einer muskulöſen Haut zuſammenziehen und erweitern können. Ziehen ſie nun die Blaſe zuſammen, ſo nimmt ihr Körper weniger Raum ein als vorher, und wird ſchwerer. Der Fiſch ſinkt alſo zu Boden. So bald ſie aber mit dem Zuſammenziehen nachlaſſen, ſo dehnt ſich die Blaſe wieder durch Hilfe der zuſammengedrängten Luft aus; der Körper nimmt daher einen größern Raum ein, und ſteigt in die Höhe, weil nun der Fiſch leichter iſt, als ein eben ſo großer Theil Waſſer.

Aus eben dieſer Urſache kommen auch die Körper der Ertrunkenen nach einigen Tagen von ſelbſt in die Höhe, und ſchwimmen auf dem Waſſer. Denn der menſchliche Körper iſt zwar, ſo lange er geſund iſt, gemeini-

meiniglich von ſchwererer Art, als das Waſſer, weswegen er auch in demſelben zu Boden ſinket. So bald aber nach dem Tode, die Säfte eines ſolchen Körpers in Gährung gerathen, ſo fängt er an aufzuſchwellen und größer zu werden. Das Waſſer, welches er nunmehr aus ſeiner Stelle vertreibt, wiegt etwas mehr, als der ganze Körper, und daher muß er nunmehro nothwendig in die Höhe getrieben werden.

Bei dieſer Gelegenheit kann ich ein merkwürdiges Beiſpiel von einem auſſerordentlichen Schwimmer nicht unterlaſſen anzuführen. Dieſer auſſerordentliche Mann war Don Paolo Moccia, ein vor wenig Jahren noch lebender Prieſter zu Neapel, deſſen Körper, welcher ohngefähr 300 neapolitaniſche Pfund wog, um 30 Pfund leichter war, als eine eben ſo große Menge Waſſers; wie man durch genaue Verſuche gefunden hat. Er tauchte daher im Waſſer nicht weiter ein, als bis mitten an die Bruſt, und konnte ſich ſowohl im Meere, als auch in den Flüſſen, wenn das Waſſer ruhig war, durch Hilfe der Hände bewegen wohin er wollte, und wenn es ihm beliebte, wieder ruhig ſtehen bleiben. Er aß und ſchrieb im Waſſer eben ſo gut, wie auſſer demſelben. Man ließ ihn einmal durch Taucher bei den Füſſen unter das Waſſer ziehen; er kam aber, ſobald die Taucher ſeine Füſſe fahren ließen, gleich wieder in die Höhe, und blieb immer nur bis an die Bruſt im Waſſer. Aeuſſerlich hat man zwiſchen ihm und andern Menſchen keinen ſonderlichen Unterſchied bemerkt. Er ſoll ſehr gut ausgeſehen, auch einer dauerhaften Geſundheit genoſſen, und ſehr dick, aber nicht im Geringſten unförmlich geweſen ſeyn.

Das iſt eine ſehr bekannte Sache, daß man einen feſten Körper, der von Natur nicht auf einer flüſſigen Materie ſchwimmt, doch zum Schwimmen bringen kann, wenn man ihn mit einem andern Körper verbindet, deſſen eigenthümliche Schwere geringer iſt, als die Schwere der flüſſigen Materie, worinnen der feſte Körper

ſchwimmen ſoll. Man muß aber von dem leichtern Körper ſo viel nehmen, daß die Menge Waſſer, welche von den beiden mit einander verbundenen feſten Körpern aus der Stelle getrieben wird, mehr wiegt, als beide Körper zuſammen genommen. Dieſes hat zur Erfindung der Schwimmgürtel und Waſſerharniſche, Scaphander, die man gemeiniglich von Pantoffelholz verfertigt, Anlaß gegeben. — Eine bekannte und leichtere Erfindung als Hilfsmittel zum Schwimmen iſt, wenn man etliche Blaſen mit Luft anfüllet, ſie mit einem Gürtel verbindet, und ſich ſo im Waſſer darauf legt. —

Die Gelehrten ſind nicht blos dabei ſtehen geblieben, daß ſie alle dieſe bis daher erzählten Erfahrungen gemacht haben; ſie haben auch Grundſätze darauf gebauet, und Reſultate daraus gezogen, die fürs bürgerliche Leben von ſehr großem und mannigfaltigen Nutzen ſind.

So laſſen ſich aus dem Hauptſatze: daß ein feſter Körper von ſchwererer Art in einem flüſſigen von leichterer Art, ſo viel von ſeiner Schwere verliehre, als der Theil der flüſſigen Materie wiegt, welchen er aus der Stelle treibt, verſchiedene andere nüzliche Sätze herleiten, durch deren Hilfe man die Größe, die Dichtigkeit, und die eigenthümliche Schwere ſowohl feſter, als auch flüſſiger Körper beſtimmen kann.

In Abſicht auf die zu beſtimmende Größe eines Körpers läßt ſich dieſelbe durch Hilfe des angeführten Satzes leicht finden, wenn die Körper von der Beſchaffenheit ſind, daß man ſie in eine flüſſige Materie von leichterer Art eintauchen kann; wobei aber vorausgeſezt wird, daß man das Gewicht einer flüſſigen Materie von einer gewiſſen Größe wiſſe. Nun weiß man, daß ein Kubikſchuh Waſſer rheiniſch Maas 64 Pfund wiegt. Wenn demnach ein Stein, der ins Waſſer gehangen würde, 64 Pfund von ſeiner Schwere verlöre, ſo wäre dieſes ein Beweis, daß er einen Kubikſchuh Raum einnehmen

nehmen müßte. Betrüge der Verluſt, welchen der Stein an ſeiner Schwere erlitte, 160 Pfund, ſo müßte ſeine Größe 2½ Kubikſchuh ausmachen, weil 160 Pfund 2½mal größer iſt, als 64 Pfund. Man kann daher folgender Geſtalt ſchlieſſen: Wie ſich verhält das Gewicht von einem Kubikſchuh Waſſer, d. i. 64 Pfund, zu dem Theile der Schwere, welchen ein Körper im Waſſer verliert, ſo verhält ſich auch ein Kubikſchuh rheiniſche Maas zu der Größe dieſes Körpers. Man findet alſo die Größe eines Körpers in rheiniſchen Kubikſchuhen, wenn man dasjenige, was er im Waſſer an ſeiner Schwere verliert, durch 64 dividirt.

Ich erinnere mich nicht, deutlich erklärt zu haben, was man ſich unter dem Maas eines Kubikſchuhes vorſtellen ſoll: ich will alſo für manche meiner Herren Zuhörer und Leſer dieſe Erklärung hier beifügen. Ein Kubikſchuh iſt nämlich ein viereckigtes Gefäß, oder ein Kaſten, deſſen Boden einen Schuh ins Gevierte, und deſſen Wände oder Seiten ebenfalls ſo viel halten. Die Menge des Waſſers, die in dieſes Gefäß gegoſſen werden kann, wird alſo bei 64 Pfund wiegen. Verlöre ein feſter Körper, der ins Waſſer gehangen wird, weniger als 64 Pfund, ſo würde alſo auch ſeine Größe weniger als einen Kubikſchuh betragen.

Ein dichter Körper, welcher eben ſo viel wiegt, als ein lockerer, nimmt einen kleinern Raum ein, als der lockere, weil jener nicht ſo viel leere Zwiſchenräume hat wie dieſer. Iſt nun z. B. der Raum, den ein gewiſſer Körper, der Ein Pfund wiegt, einnimmt, noch einmal ſo groß, als der Raum, welchen ein anderer Körper von eben dem Gewichte einnimmt; ſo iſt offenbar, daß der erſte noch einmal ſo viel leere Zwiſchenräumchen, und folglich nur halb ſo viele Dichtigkeit haben müſſe, als der andere. — Wäre der Raum des erſten Körpers dreimal größer, als der Runm des andern, ſo würde die Dichtigkeit des erſtern auch dreimal geringer ſeyn, als die

die Dichtigkeit des andern. — Daraus ergiebt ſich nun, daß ſich die Dichtigkeiten der Körper umgekehrt verhalten, wie die Räume, welche ſie einnehmen. Deutlicher zu reden: — die Körper ſind mehr oder weniger dicht, je nachdem ſie weniger oder mehr Raum einnehmen: und es iſt ganz natürlich, daß ein Körper, der einen größern Raum einnimmt, weniger dicht und alſo lockerer ſeyn müſſe, als ein anderer Körper von gleichem Gewichte, der einen kleinern Raum einnimmt. Da nun ein Körper von einem größern Umfange auch eine größere Menge Waſſers aus ſeiner Stelle vertreibt, als ein anderer Körper, der einen kleinern Raum einnimmt: ſo ſiehet man leicht ein, wie ſich daraus ſeine Größe, und aus dem Verluſte den er in einer flüſſigen Materie an ſeinem Gewichte leidet, ſeine Dichtigkeit beſtimmen läßt. — Man hänge z. B. eine bleierne Kugel, die 11 Loth wiegt, und eine ſteinerne, die eben ſo ſchwer iſt, in ein Gefäß mit Waſſer, ſo wird man finden, daß die bleierne Kugel ohngefähr 1 Loth, die ſteinerne aber 4 Loth von ihrem Gewichte verliert. Hieraus erhellet alſo, daß eine Menge Waſſer, die einen eben ſo großen Raum einnimmt, als eine eilflöthig bleierne Kugel, 1 Loth, hingegen eine Menge Waſſer, die eben ſo viel Raum einnimmt als eine eilflöthige ſteinerne 4 Loth wiegt. Folglich iſt der Raum der bleiernen Kugel viermal kleiner, als der Raum der andern eben ſo ſchweren ſteinernen Kugel, und daher die Dichtigkeit des Bleies viermal größer, als die Dichtigkeit derjenigen Steinart, aus welcher die andere Kugel beſtehet. Und weil ſich nun die eigenthümliche Schwere der Körper nach ihrer Dichtigkeit richtet, ſo iſt endlich auch hieraus klar, daß die eigenthümliche Schwere des Bleies viermal größer iſt, als die eigenthümliche Schwere des Steins, aus welchem die größere Kugel gemacht worden iſt. Aus allen dieſen ergiebt ſich nun die Wahrheit des Satzes: Daß ſich die Dichtigkeit, oder die eigenthümliche Schwere von zwei feſten Körpern umgekehrt verhält, wie der Verluſt,

luſt, welchen zwei gleichwichtige Stücke von dieſen Körpern an ihrem Gewichte in einerlei Materie leiden; oder daß unter zwei gleichwichtigen Körpern die Dichtigkeit desjenigen am größten ſey, der in einerlei flüſſiger Materie am wenigſten an ſeinem Gewichte verliert, weil er einen kleinern Raum einnimmt, u. ſ. w.

Man wird alſo die Urſache leicht einſehen, warum zwei Körper von gleichem Gewichte, aber ungleicher Größe, welche an einer Waage in der freien Luft einander das Gleichgewicht halten, nicht mehr in dem waagrechten Stande bleiben, ſo bald man beide in einerlei flüſſige Materie eintaucht.

Aus allen dieſen bisher erwieſenen Sätzen läßt ſich nunmehro eine bequeme Methode herleiten, die Aechtheit der Münzen und anderer Metalle zu prüfen, wozu der gewöhnliche Probierſtein nicht allezeit ſchicklich iſt; weil er nur die Beſchaffenheit der Oberfläche eines metalliſchen Körpers anzeigt. So könnte ein gewiſſes Stück Goldſchmidsarbeit inwendig von Blei, und von auſſen mit einer ſtarken Goldrinde überzogen ſeyn. Der Probierſtein aber würde das nicht entdecken, ſondern blos ſagen, von welcher Beſchaffenheit das Gold der Oberrinde beſchaffen ſey. Hätte man z. B. Verdacht gegen die Aechtheit einer Münze, die für Dukatengold ausgegeben wird: ſo dürfte man ſie nur im Waſſer wiegen, und den Verluſt ihrer Schwere bemerken. Betrüge das Gewicht dieſer Münze 18 Quentchen, oder der Verluſt ihrer Schwere im Waſſer ein Quentchen, ſo könnte man hieraus ſicher ſchlüſſen, daß ſie ächt wäre, denn fein Gold verliert im Waſſer $\frac{1}{18}$ von ſeiner Schwere. Betrüge hingegen dieſer Verluſt $1\frac{1}{2}$ Quentchen, ſo wäre die Münze von Silber und nur vergoldet; weil das Silber $\frac{1}{12}$ von ſeiner Schwere im Waſſer verliert. Stiege der Verluſt, den die Münze an ihrer Schwere im Waſſer leidet, gar auf 2 Quentchen, ſo wäre ſie nichts als vergoldetes Kupfer; weil blos das Kupfer $\frac{1}{9}$ von ſeiner Schwere im Waſſer verliert. —

Dieſe Erfahrungsſätze können für ſehr viele meiner Leſer ſehr vortheilhaft werden, wenn ſie ſich dieſelben merken, und noch genauer bekannt machen wollen. Man hat alſo nur darauf Acht zu geben, den wie vielten Theil des ganzen Gewichts eines Körpers, derſelbe im Waſſer verliert, um daraus auf die Maſſe zu ſchlüßen, woraus dieſelbe beſteht. — Hat man den Körper, den man unterſuchen will, vorher gewogen, und dann auch den Verluſt ſeiner Schwere im Waſſer angemerkt, ſo darf man nur mit dieſem leztern in das erſtere dividiren. Der Quotient giebt dann den Theil des Verluſtes vom ganzen Gewichte an: und die Erfahrung lehret, daß das Gold den 18ten, das Silber den 12ten, und das Kupfer den 9ten Theil ſeines eigenthümlichen Gewichtes verliere; woraus man denn leicht erkennen kann, von welcher Beſchaffenheit oder Subſtanz der Körper ſey, den man auf dieſe Art unterſucht hat.

Auf eine ähnliche Art unterſuchte ehemals der berühmte Sicilianiſche Mathematiker, Archimed, die Krone, welche der König zu Syrakus, Hieron hatte machen laſſen, und fand, daß der Goldſchmidt von den erhaltenen 18 Pfund Gold 12 für ſich behalten, und dafür Silber inwendig zur Krone genommen hatte. — So nützlich können uns alſo auch ſolche Wiſſenſchaften werden, die wir oft für ganz entbehrlich, ja für unnütz anſehen. — Doch wir wollen uns davon in der künftigen Vorleſung noch mehr überzeugen.

Eilfte

Eilfte Vorleſung.

Fortſetzung der Bemerkungen über den Unterſchied zwiſchen den feſten und flüſſigen Körpern, und beſonders über die Natur und Eigenſchaft des Waſſers.

Wir haben uns am Ende der vorigen Vorleſung mit der merkwürdigen Eigenſchaft bekannt gemacht, daß alle feſte Körper, wenn ſie in flüſſige Körper getaucht werden, etwas von ihrem eigenthümlichen Gewichte verlieren, und um ſo viel leichter werden, als die Menge der Flüſſigkeit beträgt, welche ſie aus ihrer Stelle treiben. Aber es iſt noch ein Unterſchied zwiſchen dem Verluſt an dem Gewichte eines Körpers zu merken, der ſich auf die Verſchiedenheit der Flüſſigkeit ſelbſt gründet, in welche er eingetaucht wird. Wird alſo ein Körper in zweierlei flüſſige Materien von verſchiedener Schwere eingetaucht; ſo verliert er in dem Flüſſigen, das ſelbſt von ſchwererer Art iſt, mehr von ſeinem Gewichte, als in einer Flüſſigkeit von leichterer Art; weil der Verluſt an ſeinem Gewichte ſo viel beträgt, als die flüſſige Materie wiegt, die er aus ſeiner Stelle treibt. — Man hänge z. B. eine gläſerne oder ſteinerne Kugel zuerſt in Waſſer, und hernach in Weingeiſt, ſo wird man finden, daß ſie in dem Waſſer mehr von ihrem Gewichte verliert, als im Weingeiſte; weil ein Theil Waſſer, welches eben ſo viel Raum einnimmt, als die hineingehangene Kugel ſchwerer iſt, als ein eben ſo großer Theil Weingeiſt; und zwar, wenn der Verluſt am Gewichte der Kugel im Waſſer z. B. fünf Loth betragen hätte, ſo würde er im Wein-

Weingeiſte ohngefähr vier Loth betragen. Es würde ſich demnach die eigenthümliche Schwere des Waſſers zu der eigenthümlichen Schwere des Weingeiſtes wie 5 zu 4 verhalten. Hieraus erhellet denn abermal ein ſehr wichtiger Vortheil, nämlich eine ſehr leichte Art das Verhältniß der beſondern Schwere flüſſiger Materien zu beſtimmen; weil ſich die eigenthümliche Schwere eines flüſſigen Körpers zu der eigenthümlichen Schwere eines andern flüſſigen Körpers verhalten muß, wie der Verluſt, welchen ein feſterer Körper von ſchwererer Art in dem erſten Flüſſigen an ſeinem Gewichte leidet, zu dem Verluſte eben dieſes Körpers in der andern flüſſigen Materie. Weil ſich nun ein feſter Körper in zweierlei flüſſigen Materien von verſchiedener Schwere in der leichtern tiefer als in der ſchwereren eintaucht; ſo hat man hierauf die im gemeinen Leben üblichen Werkzeuge, welche man Bier- Salz- oder Gradierwaagen, und in der Naturlehre überhaupt, Aräometer zu nennen pflegt, gegründet. Dergleichen Werkzeuge, welche gemeiniglich aus Glas oder Metall gemacht werden, beſtehen aus einer hohlen Kugel, an welcher ſich unten wieder eine kleinere, mit Schrot oder Queckſilber gefüllte Kugel, oben aber eine cylindriſche, mit Abtheilungen verſehene Röhre befindet. Durch Hilfe eines ſolchen Inſtruments läßt ſich daher leicht erkennen, ob eine flüſſige Materie von leichterer oder ſchwerer Art ſey, als eine andere, mit welcher man ſie vergleichen will; denn man darf ſie nur in beede flüſſige Materien eintauchen, und Achtung geben, wie tief es in jedem Flüſſigen ſtehet, welches man an den Abtheilungen der langen Röhre ſehen kann.

Dieſe Bemerkungen, die wir über den Unterſchied zwiſchen den flüſſigen und feſten Körpern bis daher gemacht haben, geben mir Gelegenheit zur nähern Betrachtung des Waſſers überzugehen: und ich hoffe, wir werden hier abermals einen ſehr reichhaltigen Stof zur Bewunderung der Allmacht und Weisheit des Schöpfers finden. —

Das Waſſer wird mit zu den elementariſchen Körpern gerechnet, deren wir bekanntermaaſen viere zählen. Aber es iſt ſchwer, wo nicht ganz unmöglich, über die Natur und Eigenſchaften elementariſcher Körper deutlich und beſtimmt zu ſprechen, weil wir ſie nirgends in ihrer urſprünglichen Reinigkeit antreffen, und dann weil wir, auch durch die beſten Inſtrumente, ihre überaus feinen Theilchen zu erkennen nicht im Stande ſind.

Es würde für uns eine ganz unnöthige und fruchtloſe Beſchäftigung ſeyn, wenn wir uns bei der Unterſuchung über die Anzahl, das Weſen und die Eigenſchaften der Elemente aufhalten wollten: und — wie geſagt — wir würden am Ende nur Ungewißheiten zum Reſultate bekommen. — Es iſt genug wenn wir nur eine oberflächliche Kenntniß von ihnen erhalten, und ſchon dieſe wird uns zu einer ſehr langen Abhandlung Stof geben. — Der Veranlaſſung zu Folge, fangen wir alſo bei dem Waſſer an.

Wir wollen vorizt die Frage: — Was iſt das Waſſer? — vorbei gehen. Jedermann kennt es, und weiß es von andern Dingen zu unterſcheiden: und wir finden es zu unſerm Glücke, überal, und in ſo großer Menge, daß wir nicht leicht einen Mangel an dieſem ſo unentbehrlichen als überaus nutzbaren Elemente befürchten dürfen. — Die Menſchen verſchlingen es, und kennen die Wohlthat nicht, welche ihnen der gute Gott mit einem jeden Trunke reichet. Wer hat in ſeinem Leben nicht zum öftern jene ſchmerzhafte Empfindung gefühlt, die wir Durſt nennen: und wer hat nicht die Labung empfunden, die uns ein Trunk friſches Waſſer alsdann verſchaft? Möchten wir doch nicht ſo unachtſam und ſo undankbar über ein Geſchenk des Schöpfers hinweg ſehen, das wir nur darum ſo wenig ſchätzen, weil wir es im Uiberfluß haben, bei deſſen kleinſten Mangel aber wir ſogleich in Gefahr gerathen zu verderben, und für unſere Geringſchätzung auf das empfindlichſte geſtraft werden. Ich will

mich auch hier nicht über den Nutzen des Waſſers weitläuftiger verbreiten, denn ich glaube nicht daß Jemand ſey, der nicht davon überzeugt wäre; indeſſen werde ich doch am Ende dieſer Abhandlung etwas davon berühren, und izt zur Erklärung der Eigenſchaften dieſes Elementes fortgehen.

Das Waſſer iſt eine flüßige, durchſichtige, ziemlich ſchwere Materie, welche keinen Geſchmack und Geruch, und keine Farbe hat, in der Kälte ihre Flüßigkeit verliert, in der Wärme hingegen, ohne Veränderung ihres Weſens, dieſelbe wieder annimmt.

Wenn wir behaupten, daß das Waſſer keine Farbe, keinen Geruch und Geſchmack habe, da man daſſelbe doch bald weiß, bald gelblicht, bald grünlicht findet, und da es eine bekannte Sache iſt, daß man ſüſſes und geſalzenes Waſſer zu unterſcheiden pflegt, ohne der übrigen Verſchiedenheiten in Anſehung des Geſchmacks zu gedenken:— ſo iſt hierbei wohl zu merken, daß wir nur vom reinem elementariſchen Waſſer reden, ob es gleich in dieſer Qualität nicht gefunden wird.— Was den Geruch und Geſchmack anbetrift, welchen bisweilen das gemeine Waſſer hat, ſo rühret derſelbe blos von den ſalzigen, öhlichten, metalliſchen, erdigen und andern fremden Theilen her, mit denen es vermiſcht iſt. Dasjenige Brunnenwaſſer, welches eine beträchtliche Menge von Erde oder Gyps bey ſich führt, erhält dadurch einen ſtrengen Geſchmack, und wird daher gemeiniglich hartes Waſſer genannt, welches man von dem weichen Waſſer, worinnen dergleichen fremde Theilchen nicht in ſolcher Menge gefunden werden, entgegen ſetzt. Auch hat man die wunderbaren Eigenſchaften, die man bey dem Waſſer einiger Brunnen und Quellen antrift, meiſtens dergleichen fremden Materien zuzuſchreiben. So giebt es z. B. Brunnen, deren Dünſte ſich wie der Weingeiſt entzünden, wenn man ſich ihnen mit einem brennenden Lichte nähert, welche Kraft dieſes Waſſers ohne Zweifel dadurch erhält, daß es über Schwe-

fel und Harzminen fließt, wodurch es mit ſchweflichten und brennbaren Theilen vermiſcht wird. Bei Clermont in Auvergne giebt es einen Brunnen welcher hineingelegtes Holz verſteinert, woraus offenbar iſt, daß das Waſſer dieſes Brunnens viel Sandtheilchen und Steinſäfte bey ſich führen müſſe, welche in die Zwiſchenräumchen des Holzes dringen, und ſich mit den Theilen deſſelben vereinigen. Eine ähnliche Wirkung zeigt der bekannte Prudel in Carlsbad, in welchem die hineingeworfenen Sachen mit Tropfſtein überzogen werden. In Polen findet man Quellen, in welchen hineingelegtes Eiſen einen kupfernen Uiberzug erhält, ſo daß es in Kupfer verwandelt zu ſeyn ſcheint; weil das Waſſer dieſer Quelle über kupferminen fließt, und die feinern Theilchen dieſes Metalls mit ſich fortführt. Man findet noch mehrere wunderbare Quellen und Brunnen in andern Ländern, die Verſchiedenheit aber ihrer Farbe, ihres Geſchmacks, und ihrer ſonderbaren Eigenſchaften, ſind jedoch allemal nur eine Folge des Bodens über den ſie flieſſen. Das Waſſer iſt alſo eine Materie, die weder Geſchmack noch Geruch noch Farbe hat. —

Unter demjenigen Waſſer, welches wir zu unſerer Nahrung zu uns nehmen, iſt ohnſtreitig das Flußwaſſer das beſte, und hat deswegen, weil es in einer ſteten Bewegung iſt, Vorzüge vor allen übrigen Gewäſſern. Nur iſt der Unterſchied dabey in Acht zu nehmen, daß diejenigen Flüſſe, die auf Sand- und Kiesboden flieſſen, und einen ſchnellen Strom haben, ein beſſeres Waſſer halten, als die, die auf leimigten Lettenboden kaum merklich fortſchleichen.

Brunnen und Pumpen müſſen fleißig geräumt, und überhaupt viel Abgang haben, wenn ſie gut ſeyn ſollen.

Ein gewiſſer Schriftſteller giebt dem Regenwaſſer den Vorzug vor dem Flußwaſſer. Er ſagt: „dem Regenwaſſer gleicht kein anders an Güte, Sauberkeit und Reinigkeit. Die aufſteigenden Dünſte, von denen es entſteht

ſteht, haben nichts Fremdes in ſich. Sie ſind der feinſte Auszug von den Gewäſſern des Erdbodens, und enthalten weiter nichts Unlauteres, als das Wenige, das ſie in dem Herabſtürzen aus dem Dunſtkreiſe mit ſich fortreißen. Dieſes iſt aber ſo wenig, daß es für nichts zu achten iſt. Freilich muß man es nicht von den Dachrinnen auffangen, weil ſie zuviel Unrath abſpülen laſſen. Gutes Regenwaſſer erhält man unter dem freien Himmel in großen Gefäßen." — Ich bin nicht ganz dieſer Meinung, aber ich laſſe jedem gern die Seinige.

Das geſündeſte Trinkwaſſer iſt dasjenige, welches am wenigſten fremde Theile bei ſich führt. Nicht ſelten bekommen wir auf ſolche Weiſe eine Materie in unſern Körper, die ihm ſchadet, und wir wiſſen oft den Grund mancher Krankheit nicht zu entdecken.

Das Waſſer iſt ein flüſſiger Körper, und dieſe Eigenſchaft hat ihren Grund in der runden Geſtalt ſeiner Theile, die ſich ſonach in ſehr wenig Punkten berühren, daher ſchlecht zuſammen hängen; der Berührung leicht ausweichen, und die Geſtalt eines jeden andern Körpers, in den das Waſſer gegoſſen wird, oder der in daſſelbe gelegt wird, leicht annehmen. Dieſe Eigenſchaft, die das Waſſer zu einem ſo überaus wohlthätigen Naturprodukte macht, hat den Gelehrten viel Mühe verurſacht, ſie auszuforſchen: und ſie ſind bis izt noch nicht ganz darüber einig, wenn es auf die Beantwortung der Frage ankömmt, woher, aus welchem Grunde, und auf welche Art das Waſſer flüſſig ſey.

Man mag aber eine Urſache annehmen welche man will, ſo hat doch ohnſtreitig die runde Geſtalt der Waſſertheilchen und die ſpezifiſche Schwere derſelben an der Flüſſigkeit den erſten Antheil. Man kann ſich das Waſſer als Kügelchen vorſtellen, die von ihrer eigenen Schwere gedrückt über einander herabrollen. Die Menge dieſer Theilchen, und die größere oder geringere Abwei-

chung

chung von der Horizontalfläche machen die vermehrte oder verminderte Schnelligkeit des Stroms: und dieſe weiſe Einrichtung iſts eben, die uns jene unſägliche Vortheile verſchaft, welche die Flüſſe und Ströme uns leiſten. Ohne die Eigenſchaft der Flüſſigkeit würde das Waſſer durchaus nicht den Nutzen ſchaffen, und nicht zu ſo vielem Gebrauch geſchickt ſeyn, als es durch dieſelbe wirklich in der Oekonomie und im gemeinen Leben durch Waſchen, Reinigen, Kochen, Auflöſen und Erweichen iſt; — denn alle dieſe Verrichtungen geſchehen einzig nur durch die ungemein große Flüſſigkeit des Waſſers.

Das Waſſer läßt ſich — ſo wenig als alle andere flüſſige Materien — die Luft ausgenommen, in einen engen Raum zwingen. In dieſem Falle äuſſert es eine Widerſezlichkeit, die unüberwindlich iſt. Man hat es in Kugeln von Metall unter die Preſſe gebracht, man hat es mit ſchweren Hämmern geängſtet, und weiter nichts erhalten, als daß die Metalle entweder zerſprangen, oder ihre engen Gänge von dem Waſſer dergeſtalt geöffnet wurden, daß es durchdrang, und eine ſchwitzende oder weinende Kugel vorſtellte.

Aus dieſen fruchtlos angeſtellten Verſuchen, das Waſſer zuſammenzupreſſen, hat man ihm auch die Elaſticität gänzlich abgeſprochen. Allein ganz richtig iſt dieſer Schluß noch nicht; denn es muß erſt noch erwieſen werden, ob es nicht möglich ſeyn würde, mit einer weit größern Kraft, als womit die Metalle zuſammen hängen, das Waſſer zuſammenzudrücken: auch ſpricht ſchon die durchs Waſſer bewirkte Fortpflanzung des Schalles für die Elaſticität deſſelben. Und endlich wollen einige der neuern Naturforſcher durch Verſuche wirklich eine ſolche, einen ſechs und zwanzig Theil ſeines Raums betragende Zuſammenpreſſung des Waſſers als möglich befunden haben.

Was jedoch die menſchliche Kunſt nicht, oder nur mit äuſſerſter Anſtrengung zu bewirken im Stande iſt, das verrichtet die Natur ſelbſt mit einer deſto größern Leichtigkeit. Die Kälte ziehet das Waſſer eben ſo gut wie andre Körper zuſammen, und die Wärme dehnt es wieder aus; und zwar beträgt der Unterſchied des Raums, welchen es einnimmt, wenn es zu frieren anfängt, und desjenigen, den es erfüllet, wenn es ſiedet, ohngefähr ein ſieben und zwanzig Theil ſeines körperlichen Inhalts, und alſo faſt eben ſo viel, als der Herr Prof. Zimmermann in Braunſchweig mit einer von Herrn Oberſalzinſpektor Abich erfundenen Maſchine, gefunden hat. Dieſe Veränderung, die wir durch die Wärme oder Kälte an dem natürlichen Zuſtande des Waſſers gewahr werden, ſcheint nicht nur die Wahrheit der, durch die eben gedachten Verſuche über die Zuſammenpreſſung des Waſſers, enthaltenen Reſultate zu rechtfertigen, ſondern auch zu beweiſen, daß eine größere Zuſammenpreſſung nicht wohl möglich ſey.

Bei der durch die Kälte bewirkten Zuſammenziehung des Waſſers, werden wir noch eine andere merkwürdige Erſcheinung gewahr: nämlich, dieſes Zuſammenziehen dauert nur ſo lange fort, als das Waſſer noch flüſſig bleibt; denn ſobald es zu Eis geworden iſt, fängt es wieder an ſich auszudehnen, und dieſe Ausdehnung nimmt dann mit der Kälte beſtändig zu; daher auch das Eis auf dem Waſſer ſchwimmt, weil es mehr Raum einnimmt und folglich leichter iſt, als ein eben ſo großer Theil flüſſiges Waſſer, wie wir in dem vorhergehenden geſehen haben. Dieſe Ausdehnung iſt eben die Urſache, daß die Gefäße zerſpringen, worinnen ſich gefrierendes Waſſer befindet: und zwar iſt die Gewalt dieſer Ausdehnung ſo erſtaunlich groß, daß ſogar meſſingene und eiſerne Gefäße, wenn auch ihre Dicke einen Zoll beträgt, dadurch zerſprengt werden können. Muſchenbrök, einer unſerer größten und berühmteſten

rühmteſten Naturkundiger fand, daß eine metallene Kugel, welche ſo feſt war, daß man ein Gewicht von 27,720 Pfunden gebraucht haben würde, um ſie zu zerreißen, durch die Ausdehnung des darinnen gefrornen Waſſers, an verſchiedenen Orten zerborſten war, und in Petersburg zerſprengte man einſt eine ſtarke Bombe durch Eis.

Noch ein ganz beſonderer Umſtand iſt bei dem Eis zu merken, daß nämlich — anſtatt daß ſonſt bei andern Körpern die Feſtigkeit mit der Dichtigkeit derſelben abnimmt; — bei dem Eiſe die Sache ſich ganz anders, und gerade entgegengeſezt verhält. Denn dieſes wird je feſter, je mehr es ſich ausdehnt, und alſo an ſeiner Dichtigkeit ſich vermindert. Wie groß die Feſtigkeit des Eiſes in den nördlich gelegenen Ländern werde, beweiſet das, von der rußiſchen Kaiſerin Anna in dem kalten Winter 1740 zu Petersburg erbaute Haus von Eis. — Vielleicht iſt es vielen meiner Leſer nicht unangenehm, die nähere Geſchichte deſſelben zu wiſſen. Man hat ſehr lange an der Wahrheit dieſer Sache gezweifelt, bis endlich der Profeſſor Kraft, der dieſen Bau mit eigenen Augen geſehen hatte, im Jahr 1741 eine hiſtoriſche und mit gelehrten Anmerkungen aus der Naturlehre verſehene Abhandlung auf vier Bögen drucken ließ. Die Geſchichte dieſes eben ſo merkwürdigen als wichtigen Gebäudes, an dem gleichviel Kunſt und Geld iſt verſchwendet worden, iſt folgende:

„Ein rußiſcher Kammerherr, Alexey Danielowitz Tatitſchtſchew, gab unter der Regierung der Kaiſerin Anna Anlaß dazu; ſie reichte auch nicht geringe Summen dazu. — Das reinſte Eis wurde in Form der Quaterſtücken gehauen, mit architektoniſchen Zierathen geſchmückt, mit Zirkel und Lineal abgemeſſen, mit Hebeinſtrumenten aufeinander gelegt, und jede Fuge mit Waſſer begoſſen, welches ſogleich gefror, und ſtatt eines

Mörtels und Leims diente. Aus dieſen Stücken baute man ein Haus, welches 56 Londner Schuh lang, 24 breit, und 21 hoch war. Das ganze übertraf den ſchönſten Marmor an Anſehen. Die Durchſichtigkeit des Eiſes, die liebliche blaulichte Farbe, und weil es aus einem Stück gemacht zu ſeyn ſchien, fielen wunderſchön in die Augen.

Vor dem Gebäude ſtanden ſechs Kanonen von Eiſe, mit Rädern und Lavetten von gleicher Materie. Sie waren gemacht und gebort, wie die metallenen, welche drei Pfund Pulver Ladung halten. Man ſchoß aus dieſen Kanonen, mit einem Viertelpfund Pulver eiſerne Kugeln, welche auf 60 Schritte ein Bret zween Zolle dick durchborten. Hinter dieſen Kanonen zeigten ſich zween Mörſer von Eiſe, an Größe denen gleich, welche 80 Pfund treiben. Mit einer Ladung von einem Viertelpfund Pulver wurden aus ihnen Bomben geworfen. Ferner ſtanden in dieſer Reihe zwei Delphinen, welche aus ihren Rachen Feuer ſpien. Dieſes Feuer war angezündeter Naphta, welches eine Art Steinöl iſt, das ſehr leicht brennet. Nun erſchien ein Geländer aus Stäben von Eiſe, zwiſchen welchem viereckigte Pfeiler gezogen waren. Ferner zwo Ehrenpforten, über welchen Blumentöpfe, Orangebäume, und daneben gemeine Bäume, alle von Eis, mit Blättern, Zweigen und daraufſitzenden Vögeln ſtanden. Auf dem Dache des Hauſes erblickte man eine Gallerie von viereckigten Pfeilern und gedrechſelten Docken, und über dem Eingang ein prächtiges Frontiſpice, mit Statüen, alles von Eiſe. Das Haus ſelbſt hatte ſeine Thüren und Fenſtereinfaſſungen, und Wandpfeiler, welche wie grüner Marmor angeſtrichen waren. Es war mit einer Freitreppe und zween Eingängen verſehen. In dem Hauſe war ein ſogenanntes Vorhaus, und auf beiden Seiten ein Zimmer, über denen aber keine Decke lag. An dem Vorhauſe waren vier, und an jedem Zimmer

fünf

fünf Fenſter angebracht. Rahmen und Scheiben waren von Eiſe. Die Fenſter wurden in der Nacht illuminiret, und artige auf Leinewand gemalte Bilder angebracht, welche recht luſtig anzuſehen waren. In dem Zimmer zur rechten Hand, ſtand ein Punſchtiſch, auf welchem eine Taſchenuhr, allerlei Gefäße, Leuchter und Lichter von Eiſe ſtanden. Dieſe lezten brannten, weil ſie mit Naphta beſtrichen waren. An den Wänden hiengen Spiegel von Eiſe. An der Wand ſtand ein zierliches Bett, durchaus alles, die Bettſtelle, die Bet-Küſſen und Decken nebſt Vorhängen von Eiſe. Unten ſtanden zwei Paar Pantoffeln, und man ſahe auch zwo Schlafhauben, ein Taboret, einen ſchönen Kamin, welcher mit nachgemachtem Holze von Eiſe, vermöge des Naphta geheizt wurde. In dem Zimmer zur linken Hand war ein Tiſch, auf welchem eine Tiſchuhr ſtand, darinnen die eingeſezten Räder durch das klare Eis zu ſehen waren. Auf eben dieſem Tiſche lagen zerſtreute Kartenblätter und Marken zum Spielen, eingefroren. Neben dem Tiſche ſtanden ſechs Stüle von Schnitzarbeit, und in den Ecken zwo Statüen. Auf einer andern Seite des Zimmers zeigte ſich ein Speiſeſchrank mit allerlei Bildern, und inwendig ſtanden gedrechſelte Theegeſchirre, Trinkgläſer und Schüſſeln mit Eſſen, alles vom Eiſe, und mit Farben nach der Natur übermalt.

Was die Auſſenwerke und Zierrathen betrift: ſo ſtand auf jeder Seite eine viereckigte Pyramide auf einem Poſtamente, mit Frontiſpicen. Sie waren hohl und hatten ihre Eingänge. An jeder Seite war ein rundes Fenſter, und um daſſelbe eine gemalte Uhrtafel. Inwendig hieng eine achteckigte Laterne von Papier, mit gemalten abentheuerlichen Bildern. In dieſer war zu Nachts ein Licht, und eine verborgene Perſon drehete ſie herum, damit an jedem Fenſter jede Perſon nach und nach erſchien. Auf der rechten Seite des Hauſes war ein Elefant in Lebensgröße von Eiſe. Auf dem

Elefanten ſaß ein Perſianer mit dem Streithammer, und zur Seite ſtanden zween andere Perſianer, von eben dieſer Materie. Das große Thier, ein wahres Kunſtſtück, war inwendig hohl, und ſo vortrefflich gearbeitet, daß es bei Tage Waſſer auf 24 Schuh hoch, und bei Nacht angezündeten Naphta ausſpeite. Es ließ durch Hilfe gewiſſer Röhren einen Laut von ſich hören, ganz wie ein lebendiger, natürlicher Elefant. Auf der linken Seite war eine, nach nördlicher Gewohnheit eingerichtete Badſtube von Eiſe gebauet, welche ſo natürlich ausſah, als wenn ſie von lauter runden Balken zuſammengepflöckt geweſen wäre. Sie wurde einigemal geheizt, und darinnen wirklich gebadet.

Dieſes prächtige Haus wurde nun freilich nicht um des Nuzens, der Dauer, und der Bequemlichkeit willen aufgeführt. Es war blos ein Vergnügen für einen Hof, und eine kaiſerliche Reſidenz, und doch, bei ſeiner Hinfälligkeit und dem gemachten großen Aufwande, noch ſchöner und dauerhafter als ein Feuerwerk, welches viel Geld frißt, und in wenig Stunden verraucht. — Es ſtand vom Jänner bis in den März bei ſechs Wochen. Die wachſenden Täge, die zunehmende Wärme des Sonnenlichts und die aufthauende Natur hat endlich dieſes nichtige Gebäude wieder in ſeine erſten Beſtandtheile aufgelößt. — Indeſſen hat dieſes ſonderbare Unternehmen doch gelehret, daß ſich das Eis auf der Drehbank ſchön arbeiten und durch Hilfe des Naphta anzünden läßt. Die Elaſticität des Eiſes hat es auch erlaubt, daß man aus den Kanonen ſchoß, welches man gewiß nicht vermuthet hätte, wenn es nicht bei dieſer Gelegenheit durch die Erfahrung wäre erprobt worden."

Nach dieſer langen Excurſion kehre ich wieder zur Betrachtung des Waſſers zurück. Laſſen Sie uns nun vorerſt ſehen, zu welchem Ende die Weisheit dem Waſſer jene erklärte Hartnäckigkeit wohl beigelegt haben mag, vermöge welcher es ſich nicht in einen kleinen Raum zwingen,

zwingen, und etwa ſo wie die Luft, will zuſammenpreſſen laſſen. —

In dieſer den flüſſigen Dingen mitgetheilten Kraft, dem Zuſammenpreſſen ſich zu widerſetzen, liegt eine Wohlthat Gottes, welche ein vorzügliches Wunder ſeiner Weisheit und Güte iſt. Wir würden weder Wein noch Früchtmoſte, noch Oele, noch andere köſtliche Getränke haben, wenn die flüſſigen Sachen ſich in einen engern Raum zwingen ließen. Die Beere, Aepfel und Birnen würden unter der Preſſe oder Kelter ſich blos verkleinern und zuſammendrücken, aber ihre edlen Säfte nicht von ſich geben. Welch ein vortrefflicher, ein wahrer göttlicher Kunſtgriff! Die Widerſezlichkeit der Säfte in ihren Häuten zerreiſſet dieſelben, und ſie fließen zu unſerm Gebrauche heraus. — Wer kann dieſe wunderbare Einrichtung ohne beſondere Rührung denken, und wer erſtaunt nicht über die Bequemlichkeit und Leichtigkeit, mit welcher wir ſo viel Gutes empfangen. —

Ich habe ſchon oben von der merkwürdigen Eigenſchaft geſprochen, vermöge welcher das Waſſer, wie alle andere flüſſige Materien, — einen feſten Körper, welcher in ihm hängt, leichter macht, wenn er von ſchwererer Art iſt, als das Waſſer. Hier werde ich alſo nur noch etwas Weniges davon zu ſagen haben.

Da ein feſter Körper im Waſſer gerade ſo viel von ſeiner Schwere verliert, als das Flüſſige beträgt, welches gleichen geometriſchen Raum, als der ſchwere feſte Körper hat, einnimmt, oder als die Menge der Flüſſigkeit wiegt, welche durch den ſchweren Körper aus ihrer Stelle gedrückt wird, ein Kubikſchuh Waſſer aber 64—70 Pfund wiegt: ſo verliert alſo ein Körper von fünf Schuh, der 400 Pfund ſchwer iſt, fünfmal ſiebenzig, das iſt, 350 Pfund, und bleibt im Waſſer nur noch funfzig Pfund ſchwer. Dieſe überaus weiſe und wunderbare Eigenſchaft iſt abermals ein lautſprechender

Zeuge

Zeuge der Güte und Liebe des allmächtigen Schöpfers. Was würde die Schiffahrt ohne dieſe Einrichtung ſeyn? — In der That nichts, — denn ohne ſie würde kein Schiff im Waſſer ſchwimmen, und es würde ganz unmöglich ſeyn, ungeheure Laſten viele tauſend Meilen weit auf dem Rücken des Meeres zu tragen. Und welche Vortheile verſchaft dieſe Einrichtung erſt dem Menſchen, der hierinnen die zärtlichſte Fürſorge des liebreichſten Vaters für das Leben ſeiner Kinder erblickt! Die Erde wurde mit Flüſſen und Seen durchſchnitten, zwei Drittheile ihrer Oberfläche iſt Waſſer: die vielfältigen Verrichtungen aber der Menſchen auf dem Waſſer, ſetzen ſie einer eben ſo vielfältigen Gefahr zu ertrinken aus. Stürzen wir nun ins Waſſer, und verſperrt dieſes die Eingänge der Luft in die Lungen, ſo erſticken wir, und nennen das Ertrinken. Tauſende mehr würden nun dieſen erſchrecklichen Tod ſterben, hätte Gott nach ſeiner Güte und Geneigtheit für der Menſchen Leben der Gefahr, im Waſſer zu ſterben, nicht ſo fürtreflich vorgebaut. Wer mag wohl hierinnen den Gott der Weisheit verkennen. Der menſchliche Körper verliert im Waſſer ſo viel von ſeiner eigenen Schwere, daß er ſich durch einen Schwung von ganz wenig Pfunden dem Tode im Waſſer entziehen kann. Unſer Leib iſt ſo gebaut, daß er um etwas ganz weniges von ſchwererer Art iſt, als das Waſſer. Er wird vom Fleiſch der Thiere, der Pflanzen und dem Waſſer ernährt. Die Thiere leben vom Graſe, Pflanzen und Waſſer. Die Pflanze hat ihren Unterhalt ebenfalls vom Waſſer, — ſo leben alſo wir faſt blos vom Waſſer: — ſonach kann auch unſer Fleiſch und Bein nur um etwas weniges von dieſem allgemeinen Element, der Schwere nach, verſchieden ſeyn.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß ein Menſch, der einen Centner am Gewicht hat, bei 96 Pfunde im Waſſer verliert; und er bleibt in demſelben alſo nur etwa noch vier Pfund ſchwer. Muß es ihm alſo bei einem ſo erleichter-

leichterten Gewichte nicht etwas ſehr leichtes ſeyn dem Tode zu entkommen? Er darf ſich ja nur mit einer Kraft von 4 Pfunden in die Höhe ſchwingen, ſo iſt ſein Kopf über dem Waſſer, und er hat alſo gewonnen. Die Erweiterung ſeiner Bruſt, und eine ganz geringe ſchneidende Bewegung ſeiner Hände oder Füße laſſen ihn dann ganz bequem auf dem Waſſer ſchwimmen, oder doch wenigſtens den Kopf ſo lange über demſelben erhalten, bis er andere um Hilfe herbei ruft.

Wie zärtlich biſt du nicht — o Gott! — für das Leben derjenigen beſorgt geweſen, welche die Edelſten unter deinen Creaturen ſind, und wie vorſehend haſt du die Gefahren des Todes vermindert, denen du ſie durch die unvermeidliche Nothwendigkeit der Dinge ausgeſezt haſt! —

Der Verluſt, den ein Menſch im Waſſer an ſeinem Gewichte leidet, macht, daß er auch nicht einmal mit Gewalt zu Boden fällt, ſondern gemächlich hinab ſinkt, damit er gleichſam zu ſich kommen, ſich erholen, und auf ſeine Rettung bedacht ſeyn könne: und nur der Mangel an Gegenwart des Geiſtes, der zu große Schreck, den Schlagflüſſe gewöhnlich begleiten, ſind die Urſachen, daß ſo Wenige derer, die ins Waſſer fallen, gerettet werden. Hätten ſie noch ſo viele Herzhaftigkeit und Gegenwart des Geiſtes, daß ſie ſich bereit hielten, ſich mit einem Stoße gegen den Boden des Fluſſes einen Schwung zu geben, ſo würde dieſe Bewegung ſie wieder über das Waſſer erheben. Verlöre der Menſch im Waſſer nichts von ſeiner Schwere, ſo würde ſein Tod die größte, ſein Leben aber die kleinſte Wahrſcheinlichkeit haben: da ihm aber an hundert Pfunden nur vier zum Unterſinken bleiben, ſo iſt umgekehrt die Wahrſcheinlichkeit zum Leben weit größer, und die zum Tode deſto kleiner.

Dieſe wohlthätige und fürſorgende Einrichtung zeigt ſich am deutlichſten auf dem Meere. So ſelten es zwar geſchie-

geſchiehet, daß ein Schiff untergeht, um ſo viel vermehrt ſich das Unglück, wenn es geſchiehet, indem alsdann Hunderte auf einmal der Gefahr zu ertrinken ausgeſezt werden: aber dann offenbart ſich auch die göttliche Vorſorge noch weit mehr. — Das Seewaſſer hat wegen ſeiner fremden Theile, die es bei ſich führt, und beſonders wegen der vielen Salze, eine weit größere Schwere als das gemeine oder Flußwaſſer. Da nun ein feſter Körper in dieſem leichtern ſchon ſo anſehnlich viel von ſeiner Schwere verliert, ſo wird er in dem viel ſchwereren Seewaſſer noch mehr verlieren, und noch leichter werden. — Wir ſehen alſo daß ſich die Gefahr im Meere zu ertrinken, noch weit mehr vermindert, als in dem Flußwaſſer. Ein Menſch, der in einem Fluſſe nur eine Kraft von etwa 4 Pfunden braucht, um ſich oben zu erhalten, wird im Meere kaum noch 1 Pfund zu überwinden haben, um ſich dem Tode zu entziehen. Er kann dahero eine geraume Zeit arbeiten, ehe er zum Schwimmen zu matt wird, und vielleicht, wenn er nicht zu weit in der See verunglückt, ein Ufer oder eine Klippe erreichen. — Daß alles dieſes nicht etwa nur leere Grille, ſondern auf Wahrheit und Erfahrung gegründete Gewißheit iſt, davon überzeugt uns ſchon ein jedes Schiff, wenn es aus einem Fluſſe ins Meer läuft, denn, ſobald es in daſſelbe kommt, geht es ſogleich höher über dem Waſſer, da es hingegen, wenn es aus dem Meere in den Fluß tritt, tiefer ſinkt. —

Welche Veranlaſſung, welche Aufmunterung zur Verherrlichung des Schöpfers finden wir nicht in einem, gewöhnlich ſo ſehr verachteten Geſchöpf, und wie ſehr werden wir nicht allenthalben von der Güte und liebreichen Fürſorge des Schöpfers überzeugt. —

Zwölfte

Zwölfte Vorleſung.

Fortſetzung der Betrachtung des Waſſers.

Das Waſſer hat noch mancherlei ſonderbare Eigenſchaften, von denen wir nur die merkwürdigſten uns noch bekannt machen wollen. Erſtlich hat das Waſſer, ungeachtet ſeiner großen Flüſſigkeit, doch in vielen Fällen einen beſondern Zuſammenhang ſeiner Theilchen, den man bei einem ſo flüſſigen Körper nicht leicht vermuthen ſollte. Denn eine kleine Nehnadel, wenn ſie trocken und glatt iſt, ſchwimmt auf kaltem Waſſer; woraus man erſiehet, daß der Zuſammenhang der Waſſertheilchen gröſſer ſeyn müſſe als die Kraft, womit die eiſerne Nadel auf das Waſſer drückt. Ein dünnes kupfernes Blech, deſſen Schwere dreiſig Gran, und deſſen Größe 11 Quadratzolle beträgt, ſinkt, — wie Muſchenbrök bemerkte, auf kalten Waſſer nicht unter; weil ſeine Schwere nicht im Stande iſt, den Zuſammenhang der Waſſertheilchen zu trennen.

Eine andere für uns weit nuzbarere Eigenſchaft des Waſſers iſt: daß es einen beträchtlichen Grad von Hitze annehmen kann; aber dieſe Hitze läßt ſich nur ſo lange verſtärken, bis es zu ſieden anfängt, und dann hat es den höchſten Grad derſelben erreicht, deren es fähig iſt. — Aber wenn das Waſſer die Wärme und Feuertheilchen in ſich verſchlingt, ſo iſt es weit erſättlicher, als andere flüſſige Dinge. So wie es nur eine gewiſſe Menge Salz auflöſen kann: ſo kann es auch nur einen gewiſſen Grad von Wärme annehmen, und wenn es dieſen erreicht hat, ſo iſt es eben ſo eigenſinnig, als unbändig wir es wider das Zuſammendrücken gefunden haben.

Durch

Durch Hilfe des Wärmemeſſers oder Thermometers eines Fahrenheits hat man nun erfahren, daß es den Grad 212 nie überſteige; dahingegen das Oel die Hitze auf 600 Grade annimmt. — Und in dieſer Einrichtung finden wir bei weiterm Nachdenken abermals eine vorzügliche Weisheit. — Das Zinn braucht nur 420 Grad um in Fluß zu kommen; würden wir alſo das Waſſer im Zinne kochen können, wenn es einen eben ſo hohen Grad von Hitze brauchte wie das Oel? — Kochen wir denn aber in zinnernen Gefäßen? — Allerdings, wenigſtens ſind alle übrige metallene Gefäße verzinnt, in denen wir gewöhnlich unſere Speiſen zu bereiten pflegen. Der Schöpfer legte alſo dem Waſſer eine ſo vorzügliche Genügſamkeit darum bei, daß wir es zu unſerm Dienſte deſto leichter ſollten brauchen und benutzen können.

Herr Prof. Löhe in ſeiner Ehre Gottes erzählt ein Beiſpiel von einem ganz auſſerordentlichen Brunnen, welches ich meinen Leſern noch zum Schluſſe mittheilen will. Dieſer Brunnen oder Quell ſoll, wie in den Leipziger Gelehrten Acten des Jahres 1684 erzählt wird, in dem polniſchen Palatinate Krakow, in dem ſogenannten wunderſamen Gebirge ſich befinden, und ein Waſſer von ganz ungemeinen Eigenſchaften ſeyn. Es quillt mit einem gewaltigen Geräuſch hervor, und nimmt ab und zu, d. h. es hat Ebbe und Futh. Der Bodenſatz dieſes Waſſers heilt Lähmungen, Krätze und das Zipperlein. Der Geruch deſſelbigen iſt angenehm, und ſein Geſchmack gleicht dem Geſchmack der Milch. Wer es oft trinkt, empfindet neue Lebenskraft, und wird jung wie ein Adler. Die benachbarten Leute, ſo es oft trinken, leben oft über 100 Jahre. Aber dieſe köſtliche Wirkung hat es nur an der Quelle; es verliert ſie, wenn es weiter geführet wird. Es iſt für ſich recht anmuthig kühl, und gefriert in den kälteſten Wintern nicht. So ſehr es Waſſer iſt, ſo leicht brennt es, und entzündet ſich ſo leicht wie der beſte Weingeiſt, wenn man mit einer Fackel daran kommt.

Zum

Zum Löſchen iſt es ganz untauglich, und wenn es brennt, muß man es mit Beſen zu erſticken ſuchen. Es hüpfet auf der Quelle ſo leicht umher, wie ein Irrlicht in der untern Luft: und man nennt es auch ein Irrlicht. Man verſäumte es einmal, und löſchte es nicht, und der unterirrdiſche Weg führte das Feuer in den Quellenadern an die Brunnenwurzeln, die es entzündete, welches einen Brand in dem darüber ſtehenden Walde verurſacht haben ſoll, der drei ganzer Jahre dauerte. Von der Zeit an wurde der Quell bewacht, damit einem gleichen Unglücke in der Zukunft mögte vorgebeugt werden. Wenn man auch mitten in dem Brande Waſſer heraus nimmt, ſo wird es nicht warm, ſondern kalt befunden. Auſſer der Quelle brennt es ſo wenig als gemeines Waſſer. Ein Zufall ſoll den benachbarten Einwohnern die wunderbaren Eigenſchaften dieſer Quelle entdeckt haben. Der Bliz ſchlug in denſelben und zündete das Waſſer an. Seit dieſer Zeit tragen ſich die benachbarten Einwohner mit einem abergläubiſchen Einfalle. Sie ſagen nämlich, der Donner ſtecke noch in dem Waſſer, und gebe ſich unaufhörlich Mühe, aus dieſem Gefängniß zu entkommen. — Vermuthlich um nicht zu erſaufen. — Die Naturkundiger aber finden den Grund dieſer Entzündung ſo wie auch ſeiner Heilungskräfte in dem reichen Schwefelvorrathe, welcher dieſer Quelle ſeine geiſtige Eigenſchaft ertheilt.

Wir wollen uns bey dergleichen Wunderbrunnen deren es noch viele giebt, nicht länger verweilen; ſondern zur Betrachtung des Waſſers fortgehen. Viele Naturforſcher haben dem Waſſer den Vorzug, unter die Elemente gerechnet zu werden, ſtreitig machen wollen. Einige haben es in Luft, andere wieder in Erde verwandeln zu können geglaubt. Diejenigen, welche die Auflöſung des Waſſers in Luft behaupten, gründen ihre Meinung vorzüglich auf folgenden Verſuch: Wenn man eine hohle kupferne Kugel, die man in der Naturlehre Aeolipila oder Dampfkugel zu nennen pflegt, und ſich in eine ke-

gelförmige Röhre mit einer Oefnung endiget, zum Theil mit Waſſer anfüllet, und dieſelbe hernach auf glühende Kohlen ſezt; ſo wird das Waſſer durch Kraft des Feuers in Dünſte aufgelößt, welche mit großer Heftigkeit durch die enge Oefnung der Röhre herausfahren, und einen Wind verurſachen, welcher nahe bey der Röhre warm, weiter davon aber kalt iſt. Hieraus hat man nun geſchloſſen, daß ſich das Waſſer in Luft auflöſen laſſe. Allein die Unrichtigkeit dieſes Schluſſes läßt ſich überaus leicht einſehen, wenn man nur die aus einer ſolchen Dampfkugel herausfahrenden Dünſte auffängt; denn alsdann zeigt ſichs, daß dieſe Dünſte Waſſer bleiben, indem ſie an dem Gefäße, in welchen man ſie auffängt, tropfenweiſe wieder herunter fallen.

Was aber die Meinung von der Verwandlung des Waſſers in Erde anbetrift, welche von verſchiedenen berühmten Chymiſten und Naturforſchern behauptet wird, ſo haben folgende Erfahrungen dazu Anlaß gegeben — Wenn man Waſſer auch noch ſo gut reinigt, und zu wiederholten Malen deſtilliret, ſo ſezt ſich doch endlich in dem Gefäß eine feſte Erde zu Boden, welche im Feuer zu Glas wird; daher Newton ausdrücklich ſagt, er habe Waſſer glühen, und in Glas verwandeln können. Ferner, wenn man Waſſer in einem Mörſer reibt, ſo entſteht ebenfalls aus demſelben eine Erde. Ein gewiſſer Wallerius nahm zwei Quentchen deſtillirtes Schneewaſſer, und rieb daſſelbe einige Tage hinter einander in einem Mörſer mit einer Keule, wobei er folgende Beobachtungen machte. Nachdem er ein paar Stunden gerieben hatte, fing das Waſſer im Mörſer an milchweiß zu werden, und nach Verlauf von vier bis fünf Tagen, welche Zeit hindurch das Reiben beſtändig fortgeſezt wurde, blieb nichts anders übrig, als eine feine, zarte, kreideweiſe Erde, welche ſich hart an die Keule und den Mörſer angeſezt hatte, und zwar betrug dieſe Erde, welche er aus den zwei Quentchen Waſſer bekam, ohngefähr

$1\frac{2}{3}$ Scru-

$1\frac{1}{2}$ Scrupel. An der Richtigkeit der angeführten Erfahrungen ſelbſt, kann man nicht zweifeln. Allein wenn man durchaus mit Gewißheit ſchlieſſen wollte, daß das Waſſer wirklich in Erde verwandelt worden ſey; ſo müßte man erſt beweiſen, man habe vollkommen reines Waſſer zu dieſem Verſuche genommen; ferner, daß es unmöglich ſey, daß die Erde in ſolche höchſt feine Theile aufgelößt werden könne, welche auch in dem gereinigten Waſſer noch ſchwimmen, und beim Deſtilliren wegen ihrer Leichtigkeit mit übergehen. — Dieſes alſo, daß jenes ſey, und dieſes nicht ſey, ſollte alſo erſt erwieſen werden, wenn man mit Zuverläßigkeit behaupten wollte, daß bey dem angegebenen Verſuche das Waſſer wirklich in Erde verwandelt worden ſey: und dieſes kann aber nicht erwieſen werden. Endlich iſt bey dieſem Verſuche noch zu erwägen, daß ein groſſer Theil der auf dieſe Art enthaltenen Erde wahrſcheinlicher Weiſe von den abgeriebenen Theilchen der Keule und des Mörſers herrühret. Denn auch ſchon Wallerius fand, daß die Erde, welche er durch das Reiben in einem metallenen Mörſer erhielt, ganz anders beſchaffen war, als diejenige, die er zuerſt in einem gläſernen Mörſer, und mit einer gläſernen Keule erhalten hatte. Die Erde, welche er durchs Reiben in einem eiſernen Mörſer, und mit einer eiſernen Keule aus deſtillirtem Waſſer bekam, war von dunkler Farbe, faſt wie Umbererde; ſie wurde, wenn ſie recht getroknet war, vom Magnet angezogen, und gab im Feuer ein weißliches, klares Glas. Wurde das Waſſer in einem Mörſer von andern Metalle getrieben, ſo zeigte ſich wieder bey der daraus erhaltenen Erde eine Verſchiedenheit; woraus alſo erhellet, daß dergleichen Erde verſchiedene Theilchen von derjenigen Materie erhalten müſſe, aus welcher die Keule und der Mörſer beſtehet, deren man ſich bey einem ſolchen Verſuche bedient, wenn man daſſelbe in verſchiedenen Gefäſſen reibt.

Jene Meinung alſo, daß das Waſſer in Luft, ſo wie auch dieſe, daß man es in Erde verwandeln könne, iſt

eine wie die andere ungewiß, und nichtig: und man hat demnach mit Recht daſſelbe unter die Elemente oder einfachen Subſtanzen gerechnet, ſo wenig wir es gleichwohl ganz von allen fremden Theilchen gereinigt finden.

So reichlich der Allgütige das Waſſer, dieſes allgemein unentbehrliche und eben ſo nuzbare Produkt über den Erdboden ausgegoſſen hat; ſo würde doch ſeine durch die Eigenſchaft der Flüßigkeit bewirkte Circulation, ſein unaufhörlicher Kreislauf ſogleich ſtille ſtehen, und ein erſchrecklicher Waſſermangel würde ſich allenthalben verbreiten, wenn die Allweisheit nicht diejenige wunderbare Einrichtung getroffen hätte, vermöge welcher das Waſſer ſich in Dünſte auflöſen, der Erde und dem Meere entfliehen, und — ohngeachtet ſeiner, die Luft achthundertmal übertreffenden Schwere — in Wolken von der Luft getragen, und von Winden über Gebirge und Thäler geführet werden kann. — Dieſe neue Eigenſchaft, welche wir unter dem Namen Ausdünſtung kennen, wollen wir noch kürzlich mit einander durchgehen. —

Es iſt eine bekannte Sache, daß das Waſſer, wenn es in einem offenen Gefäſſe der freien Luft eine Zeitlang ausgeſezt wird, ſich vermindert. — Man ſagt gewöhnlich, es ſey eingetrocknet, man ſollte aber vielmehr ſagen, daß es ausgetrocknet ſey; denn es iſt in undenklich kleinen Theilchen in die Höhe geſtiegen, und ſchwebt nun in der Luft, von welchen es aufgenommen und getragen wird.

Dieſe Ausdünſtung wird vornehmlich durch die Bewegung der, in dem Waſſer befindlichen Feuertheilchen bewirkt, und die Waſſertheilchen werden ſo fort durch die anziehende Kraft der Luft in die Höhe getrieben. Die Naturforſcher, und beſonders Herr Sauſſüre haben beobachtet, daß dieſe Waſſertheilchen, wenn ſie in die Höhe ſteigen, aus kleinen hohlen Bläschen beſtehen, welche wahrſcheinlich mit einer andern flüßigen und ſehr elaſti-

elaſtiſchen Materie, die weit leichter iſt, als die gemeine Luft, angefüllet ſind. Dieſe Bläschen ſollten aber auch mit gar nichts angefüllet ſeyn: ſo ergiebt ſich ſchon aus dem, was oben erwähnt wurde, daß nämlich auch ein jedes Metall, ob es gleich viel ſchwerer iſt, als das Waſſer ſelbſt, dennoch auf dieſem Elemente ſchwimmet, wenn man daſſelbe in einen dünnen kugelförmigen Körper verwandelt — aus dieſem — ſage ich — ergiebt ſich alſo, daß auch das Waſſer, ungeachtet es weit ſchwerer iſt als die Luft, dennoch in derſelben ſchwimmen, und von ihr getragen werden könne, wenn es nämlich in kleine Bläschen verwandelt worden iſt; die nun leichter ſind, als die unter ihnen befindliche Luft. Man wird ſich alſo über das Schwimmen der wäßrigen Dünſte in der Luft, gewiß nicht verwundern dürfen. —

Indeſſen erregt es doch allemal Erſtaunen, wenn man bedenkt, daß ſolche ungeheure Laſten, wie ſie im Regen aus den Wolken herabfallen, und oft an die hundert Millionen Centner ſchwer ſind, in der Luft ſchweben können, ehe ſie in Tropfen zuſammen fließen. — Wie leicht erſtreckt ſich eine Wolke auf 10000 Schuhe in die Länge, 5000 in die Breite, und 50 in die Höhe. Dieſes Maas iſt ſehr billig angenommen. Wenn wir ihrer Dichtigkeit nur die halbe Schwere des Waſſers geben, welche auf einen kubikſchen Schuh 35 ℔ beträgt; ſo wird ihr Innhalt 2500 ſolcher kubikſcher Schuhe, und ihr Gewicht 870 Mill. Centner überwiegen.

Aus den Unterſuchungen, welche die neuern Naturforſcher über die Ausdünſtungen angeſtellt haben, erhellet, daß ſich dieſelbe theils nach der Gröſſe der Oberfläche des Waſſers, welche unmittelbar von der Luft berührt wird, theils nach der Wärme und Bewegung der darüber befindlichen Luft richtet. So nach iſt die Ausdünſtung gröſſer, je gröſſer die Oberfläche des Waſſers, auf welche die Luft wirket, und je ſtärker die Wärme und die Bewegung der Luft iſt. — Eſchenbrök hat die Ausdünſtun-

gen des Waſſers an einem offenen und dunklen Orte viele Jahre nach einander genau beobachtet, hernach zwiſchen der größten und kleinſten Ausdünſtung die mittlere arithmetiſche Proportionalzahl genommen, und auf dieſe Art gefunden, daß dieſelbe binnen einem Jahre 29 rheinländiſche Zoll betragen habe; womit auch die Verſuche der franzöſiſchen Naturforſcher überein kommen. Halley verſichert, daß nur allein aus dem mittelländiſchen Meere, in einem Sommertage 5280 Millionen Tonnen Waſſers in die Luft durch Dünſte emporſteigen. Wie viel muß erſt aus dem großen Weltmeere Waſſer zu Dünſten werden! —

Wenn man den ungeheuer großen Strich Landes bedenkt, der, ob er gleich nur erſt den dritten Theil der Erdkugel-Oberfläche beträgt, dennoch nicht weniger als 3 Millionen und 96000 Quadratmeilen ausmacht; ſo wird man finden, daß das Meer, deſſen Oberfläche 6 Millionen 192000 gevierte Meilen hält, bei weitem nicht zu groß iſt, wenn aus demſelben ſo viel Dünſte in die Höhe ſteigen ſollen, als das feſte Land zu ſeiner Befeuchtung, und die Flüſſe und Quellen zu ihrer Unterhaltung bedürfen. Aber bewundernswürdig wird man hingegen die weiſe Einrichtung des Schöpfers finden, der durch ſo leichte Mittel ſo große Abſichten zu erreichen gewußt hat. — Die nähere Betrachtung des Meeres, der Ausdünſtung des Waſſers, der Vertheilung deſſelben, wären allerdings ſehr würdige Gegenſtände unſerer Beſchäftigung, und ſie ſind eben ſo wunderbar als angenehm. Allein wir müſſen hier das Weitere davon übergehen, weil es uns zu weit von unſern gegenwärtigen Plan entfernen würde.

Laſſen Sie uns dafür dieſe Vorleſung mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Nutzbarkeit des Waſſers beſchlüſſen. — Das Unentbehrlichſte, das Brauchbarſte und Nothwendigſte — ſagt Löhe in ſeiner Ehre Gottes, iſt allezeit in dem größten Ueberfluſſe vorhanden.

den. Man findet es überal und hat es umſonſt. Unter dieſe Unentbehrlichkeiten gehöret unſtreitig die Luft, das Sonnenlicht und das Waſſer. — Wir verſchlingen und wir verſchwenden es auf tauſenderlei Art, und kennen die große Wohlthat nicht, welche uns der gute Gott mit jedem Trunke reicht: und wir denken bei unſerer Verſchwendung nicht an das Erſchreckliche des Mangels deſſelben. Wenn die innern Theile des Halſes zu trocken ſind, und ſich zu hart an einander reiben, ſo haben wir eine ſehr unangenehme und ſchmerzhafte Empfindung davon, die wir Durſt nennen: und eben dadurch werden wir erinnert und angetrieben den Abgang der Feuchtigkeit, durch eine unſchädliche Flüſſigkeit wieder zu erſetzen. Die Erfahrung lehret, daß der Durſt Menſchen und Vieh eben ſo ſchädlich werden könne, als der Hunger: und jener wie dieſer können ſogar tödlich ſeyn. Unſere Bequemlichkeit aber würde uns an der Sorge für unſere Ernährung hindern; eben deswegen legte die Weisheit jene ungeſtümmen Gläubiger in uns, die uns beſtändig aufs neue mahnen, und die ſich zu unſerm Glück nicht eher abweiſen laſſen, als bis ſie vollkommen befriedigt ſind. Gott wollte alſo nicht, daß ſeine Creaturen, am wenigſten die vernünftigen, eher ſterben ſollten, bis ſie ihre Abſicht im Zuſammenhange der Dinge erreicht haben. Er hat auch einem jeden Lande ſo viele Brunnen geöfnet, als es mit ſeinen Bewohnern braucht, damit man dem gereizten Verlangen zu trinken, welches, wie der Hunger, eine Art des Schmerzes iſt, abhelfen könne. Der Arme, und der, welcher mediciniſch lebt, trinken Waſſer, löſchen den Durſt, und haben den Vortheil, daß ſie geſünder ſind, als andere, auch bei beſſerer Vernunft bleiben. — So weit Herr Löhe, und ich bin auch ganz mit ihm einverſtanden. Wenn er aber ferner ſagt: „Das Bier thut bei dem Durſte ſoviel als das Waſſer, und giebt außerdem auf der einen Seite eine beſſere Nahrung, wenn es auf der andern aus dem Magen entweder ein Hefenfäßchen macht, oder das Blut bis zum Erſticken

dickt, und in ſeinem muntern Laufe aufhält;" ſo hat er nur mit Einſchränkung Recht. Auch der Wein löſcht den Durſt, macht das Geblüt lebendig und den ſchwachen Magen ſtärker. Er muß aber nicht zu hitzig ſeyn, und nicht überflüßig gebraucht werden. In dieſem Falle iſt er dem Kopfe, dem ehrlichen Manne und dem Beutel ſchädlich: und man hat ſogar Beiſpiele, daß er ſich in lauter Waſſer verwandelt.

Aber was löſcht bei dem Gebrauch des Weins und Biers, und bei andern dergleichen trinkbaren Dingen, eigentlich den Durſt? — Thut es die wenige Kraft des Biers, oder der viele Geiſt des Weins? Keines von beiden; ſondern das Waſſer iſts, das eigentlich den Durſt ſtillet, und das Verlangen der ſchmachtenden Natur befriedigt. — Aber nicht blos zum Trinken brauchen wir das Waſſer, wir können ohne daſſelbe auch faſt keine einzige unſerer übrigen Speiſen bereiten: und wenn wir es da entbehren könnten, ſo würden wir doch bei einer Erde ohne Waſſer untergehen. Wie wir bei dem größten Uiberfluß aller Speiſen, ohne Waſſer erdurſteten, ſo würde ohne Waſſer, alles erhungern. Keine Pflanze, kein Gras, kein Baum, kann ohne daſſelbige wachſen. — Wenn die Sonne und die natürliche Wärme der Erde, die Luft mit den Ausdünſtungen der Gewäſſer und der Pflanzen tränkt, wenn die Feuchtigkeiten der Erde entflohen ſind, ſo fällt der ganze Flor der Blumen und Kräuter in eine Art von Schwachheit und Entkräftung, von der ſie ſterben würden, wenn nicht der kühle Abendthau, oder ein heilbarer Regen ſie wieder erquickte. Fühlen wir dieſes nicht bei heiſſen Sommern und dürren Jahren? — Gleichen dann nicht die oft ſo friſch grünenden Wieſen den Glatzen der entblößten Berge? — Das Korn wird taub, und die Früchte verderben ehe ſie genießbar ſind, wenn die Erde nach Waſſer lächzet. Der Landmann, welcher ſonſt bei dem Reichthume des Futters ſein fettes Vieh zur Schlachtbank

führet, iſt gezwungen das dürre zu ſchlachten, um ſeinen Hunger zu ſtillen. Alles was Thier iſt, darbet bei dem Waſſermangel. So unentbehrlich und zugleich ſo nuzbar iſt dieſes Element. Darum haben wir es auch umſonſt, und es iſt nur unerſezlicher Schade, wenn wir es nicht von der kühlen Quelle, und dem friſchen Brunnen genießen.

Sind dieſes die Vortheile alle, die das Waſſer uns verſchaft? — Nein, ihrer ſind eine unzähliae Menge. So nothwendig die lebendigen Geſchöpfe das Waſſer zu ihrer Nahrung brauchen, ſo unentbehrlich iſt es auch den lebloſen. Kein Baum, keine Pflanze, nichts kann ohne Waſſer gedeihen. Die Metalle, Steine und andere feſte Körper haben daſſelbe zu ihrer Erzeugung in der Erde nöthig. — Das Waſſer iſt ferner ein vortrefliches Auflöſungsmittel der ſalzigen, ſeifenartigen und anderer Subſtanzen, die uns oft alsdann erſt recht nützlich werden, wenn wir ſie durch Hilfe dieſes Elements in eine andere flüſſige Materie verwandelt haben. — Welchen ungemein großen Nutzen uns das Waſſer alsdann leiſtet, wenn unſere Wohnungen von der alles verzehrenden Flamme ergriffen werden, das darf wohl nicht erſt geſagt und erwieſen werden. — Wir wiſſen es, welches traurige Ereigniß uns dann bevorſtehet, wenn — zur Zeit einer Feuersbrunſt — unſere Quellen und Bäche vertroknet, und unſere Flüſſe mit einem undurchdringlichen Eis geharniſcht ſind. Wie ſchreien wir dann nach Waſſer, und wie begierig ſammeln wir jeden Tropfen um einen Brand dadurch abzulöſchen. Welche Vortheile und Bequemlichkeiten hat uns der Allgütige dadurch bereitet, daß er die Länder mit ſchiffbaren Strömen durchſchnitt? — Ich will der unzähligen Mühlenwerke und anderer dergleichen Maſchinen gar nicht gedenken, ohne welche wir wahrhaftig ſehr übel daran wären, manche Vortheile und Bequemlichkeiten des Lebens entbehren, und ſogar oft in Gefahr zu verhungern gerathen würden: ich

will nur der ungemein wichtigen Vortheile der Schiff-fahrt Erwähnung thun, die den Transport der Güter befördert, die Menſchen mit Menſchen, und ganze Nationen und Länder mit einander verbindet, die die Seele der Handlung und das große Triebrad der menſchlichen Geſellſchaft iſt. —

Wie würde es um die, nicht nur zum Wohlſtande ſondern auch zur Geſundheit ſo unentbehrliche Reinigung unſers Körpers und unſerer Kleidungsſtücke ausſehen, wenn wir kein Waſſer hätten? Würden wir nicht in unſerm Unrathe erſticken, und vor Eckel ſterben? —

Wo bleiben ohne das Waſſer alle die Profeſſionen und Handwerker, die daſſelbe doch ſo nothwendig brauchen, und iſt wohl eine Kunſt, eine Profeſſion, ein Handwerk, welche daſſelbe entbehren kann? —

Endlich, welche Reitze hat nicht eine waſſerreiche Gegend für den Freund der Natur, und wie ſehr wird nicht die Zierde der Gärten erhöhet, wenn ſie mit Springbrunnen und Waſſerbehältern verſehen ſind? —

Alſo, wenn wir alles entbehren könnten, ſo würden wir das Waſſer am wenigſten entbehren können, und unter allen Nothwendigkeiten des Lebens iſt es die erſte, ſo wie es auch unter allen Nutzbarkeiten die vornehmſte iſt. —

Laſſet uns daſſelbe künftig mehrerer Aufmerkſamkeit würdigen, und weniger gleichgiltig und undankbar gegen ein ſo vortrefliches Geſchenk des gütigen Schöpfers ſeyn!

Drei-

Dreizehnte Vorleſung.

Die Luft.

Der Uibergang vom Waſſer zur Luft iſt ſo natürlich, daß wir ganz unvermerkt von jenem zu dieſer kommen, ohne die Naturlehre ſyſtematiſch abhandeln zu wollen. — Nach allem, was wir von der Natur und Eigenſchaft der Körper wiſſen, iſt das Waſſer und die Luft in Abſicht auf ſeine Theile wahrſcheinlich am nächſten mit einander verwandt. Denn könnten wir z. B. das Waſſer 800mal verdünnen und feiner, und die Luft hingegen um eben ſo viel verdichten und dichter machen, ſo würden wir unter dieſen beiden Körpern faſt keinen Unterſchied bemerken.

Ich würde ſehr weitläuftig werden, wenn ich dieſen Gegenſtand ganz erſchöpfen ſollte, und es würde in einem ſolchen Vortrage gar nicht einmal möglich ſeyn. Auch läßt ſich die Naturlehre überhaupt nicht wohl ohne einen ſehr koſtbaren Apparat von Inſtrumenten abhandeln, wenn man nur einigermaſſen einen anſchaunlichen Begriff von den Eigenſchaften, Kräften und Wirkungen der Natur erlangen will; ohne welchen es bloſſes Gedächtnißwerk und flüchtige Erzählung bleibt. Wir werden uns freilich — bey dem Mangel dieſes Apparats — mit dem Leztern begnügen müſſen.

Die Luft hat, ſo wie das Wort Himmel, eine ſehr mannigfaltige Bedeutung. Im gemeinen Sinne und in der gewöhnlichen Bedeutung verſtehet man darunter diejenige flüßige Materie, die wir beſtändig einathmen, und

und die wir zwar nicht ſehen, aber doch fühlen können, ſo oft wir die Hand gegen das Geſicht bewegen.

So wenig wir das Waſſer in ſeiner urſprünglichen elementariſchen Reinigkeit antreffen, ſo wenig finden wir auch die Luft, welche uns umgiebt, in einer ſolchen Beſchaffenheit. Sie iſt allezeit mit einer Menge fremder Theilchen, mit wäſſerigen, öhlichten, ſalzigen und andern Dünſten erfüllet, welche aus dem Waſſer, der Erde, aus den thieriſchen, vegetabiliſchen und andern feſten und flüßigen Körpern beſtändig in die Höhe ſteigen. — Man nennt daher auch dieſe Luft eigentlicher und richtiger den Dunſtkreis; und alle die verſchiedenen und merkwürdigen Veränderungen und Erſcheinungen, welche man fälſchlich der Luft zuſchreibt, entſtehen in dem Dunſtkreiſe. — Sagt man alſo z. B. die Luft iſt trübe, feucht, u. d. gl. ſo zeigt dieſes nur den zufälligen Zuſtand der Luft an, je nachdem ſie mit dieſer oder jener weit von Dünſten erfüllet iſt.

Die Luft beſitzt ſehr viele wunderbare Eigenſchaften, unter denen einige ganz erſtaunenswürdig ſind. Sie iſt ein flüßiger, durchſichtiger, ſchwerer und elaſtiſcher Körper. Von den letzten beiden Eigenſchaften wußte man noch vor mehr als einem Jahrhundert nichts. Nachdem aber Otto von Guerike, Burgermeiſter von Magdeburg im Jahr 1654 ſeine überaus merkwürdigen Verſuche, über die Schwere und Elaſticität der Luft angeſtellt, und jene nützliche Maſchine, die Luftpumpe, erfunden hatte, wurde die Kenntniß von der Luft um ein grosſes erweitert, und mit den wunderbarſten Erfahrungen, aus künſtlich angeſtellten Verſuchen bereichert. —

Was die Luftpumpe anbetrift, ohne welche ſich die folgenden Verſuche nicht gut vorſtellig machen und erklären laſſen, ſo iſt dieſelbe ein Werkzeug, von verſchiedener Bauart und Einrichtung, deren weſentliche Stücke aber in einem Cylinder oder Röhre, gleich einer Sprütze, beſtehen.

ſtehen, vermittelſt welcher man die Luft aus einem Gefäſſe herausnehmen, oder herausſaugen kann.—

Der eigentliche Erfinder dieſes nützlichen Werkzeugs war wie ſchon gedacht, Otto von Guerike, Burgermeiſter von Magdeburg.. Anfänglich war daſſelbe freilich nicht ſo bequem eingerichtet, wie izt: Otto von Guerike ſezte mit ſeiner Erfindung beinahe das ganze heilige Römiſche Reich in Erſtaunen, indem er als Kuhrbranndenburgiſcher Geſandter auf dem Reichstage zu Regensburg, im Jahr 1654, den anweſenden groſſen Herren mancherlei merkwürdige Verſuche zeigte.

Er hatte ſich nämlich zwei hohle Halbkugeln aus Kupfer oder Meſſing gieſſen laſſen, welche ohngefähr dreiviertel einer magdeburgiſchen Elle im Durchmeſſer hielten, und mit platten Rändern verſehen waren, ſo daß er ſie genau zuſammenpaſſen, und eine ganze hohle Kugel dadurch vorſtellen könnte. An der einen Halbkugel befand ſich ein meſſinger Hahn, und beide Halbkugeln waren mit ſtarken Ringen zum Angriff verſehen. Zwiſchen die gedachten platten Ränder legte er einen naſſen ledernen Ring, und ſtürzte die Halbkugeln auf einander, um ſie mit ihrem Hahn an die Luftpumpe zu ſchrauben, und ſolchergeſtalt auszuleeren. Als dieſes geſchehen war, drehete er den Hahn zu und ſchraubte die Halbkugeln ab, welche nun ſehr feſt zuſammen hiengen, weil ſie von der äußern Luft mit großer Kraft zuſammen gedruckt wurden. Hierauf ließ er 16 Pferde kommen, und an jede Halbkugel, deren achte, anſpannen. Dieſe waren dennoch nicht vermögend, gedachte Halbkugeln wieder von einander zu reißen: Als er aber den Hahn wieder öffnete, und mithin Luft hinein ließ, dann fielen ſie von ſelbſt auseinander. Ja ein paar andere ſolcher Halbkugeln deren Durchmeſſer eine Elle betrug, konnten ſo gar 24 Pferde nicht von einander reiſſen; welche jedoch Guerike, ſo bald er Luft hinein gelaſſen hatte, gleichfals ohne Mühe von einander nahm.

Ferner

Ferner hieng er eine groſſe kupferne hohle Kugel an eine ſehr akkurate Waage, und bemerkte, nachdem er ſie vermittelſt ſeiner Luftpumpe rein ausgeleeret hatte, ihr Gewichte genau: Hernach öfnete er den Hahn, und ließ die Luft wieder hinein, indem die Kugel noch an der Waage hieng. Sie ſank nun ſogleich nieder, und bekam das Uibergewichte zu einem augenſcheinlichen Beweiſe, daß ihr Gewichte beim Eindringen der äußern Luft vermehret worden war; denn es war in die Augen fallend, daß die Vermehrung ihres Gewichtes von nichts anders, als von der hineingetretenen Luft herrühren konnte.

Da wurden denn nun alle Naturforſcher von Guerikεn überzeugt, daß die Luft ſchwer ſey, und gewogen werden könne, welchen Satz man vorher gänzlich läugnete, indem man vielmehr den Gegenſatz, daß nämlich die Luft nicht ſchwer ſey, folglich gar kein Gewichte habe, ſonnenklar erwieſen zu haben glaubte.

Da man alſo izt überzeugt war, daß die Luft eine Schwere habe, ſo beſchäftigten ſich nun die Naturforſcher mit einem unbeſchreiblichen Eifer, zu unterſuchen, wie ſchwer die Luft in Vergleichung mit andern Körpern ſey, oder mit andern Worten: ob ſie ſchwerer oder leichter ſey als ein anderer Körper von gleichem geometriſchen Raume, Umfang und Gröſſe. — Man fand endlich, daß ein gewißes Maas, z. B. ein Cubikſchuh Luft etwas über zwei Loth wiege, ſo, daß die eigenthümliche Schwere der Luft, welche nicht zu allen Zeiten einerlei ſeyn kann, ohngefähr 800 bis 1000mal geringer iſt, als die Schwere des Waſſers, wovon ein Kubikſchuh rhein. Maas 64 Pfund wiegt: und weil das Queckſilber 14mal ſchwerer iſt, als das Waſſer, ſo muß alſo das Queckſilber bei 14000mal ſchwerer ſeyn, als die Luft.

Auf alle dieſe Erfahrungsſätze gründen ſich jene merkwürdigen Erſcheinungen in der Natur, die wir unter dem Namen der Meteore kennen, und wovon ich im 3ten Bande meiner

meiner Vorleſungen in der 14ten und folgenden, bereits einiges geſagt habe. Auch beruhet darauf durch die Vermehrung oder Verminderung der in der Luft ſchwebenden Dünſte bewirkte größere oder geringere Schwere der Luft, welche der Barometer anzeigt.

Da nun die Luft einige Meilen hoch, den ganzen Erdboden umgiebt, und die untere von der obern gedruckt wird, weil ſie in ihren Theilen elaſtiſch iſt, das iſt, wie eine Stahlfeder, in einem engern Raum zuſammengepreßt werden, und ſich wieder ausdehnen kann, ſo bald der Druck aufhöret: ſo muß alſo auch die ganze Luftſäule einen, ihrer Schwere proportionirten Druck äuſſern, wenn ihr nichts im Wege ſtehet, daß eine Hinderniß verurſacht. Wenn man daher eine viereckigte Flaſche von Glas, oder auch von Blech auf der Luftpumpe leer macht; ſo zerfällt jene mit einem ſchrecklichen Krachen in Millionen Stückchen und dieſe faltet ſich zuſammen wie ein Schnupftuch, das man in die Taſche ſchiebt. Dieſe Erſcheinungen haben ihren Grund in nichts anders, als in dem Druck der Luft, die mit ihrer Macht auf die Flaſchen drückt, wenn die innere Luft, welche ſonſt das Gleichgewichte hält, weggeſchaft iſt.

Aber wie groß iſt denn überhaupt der ganze Druck der Luft auf die Erde? — Dieſe Frage wird denen verwegen ſcheinen, die ſich die leichte Möglichkeit die Schwere der Luft zu beſtimmen nicht vorſtellen können, und vor einigen Jahrhunderten würde der ohne Zweifel für toll gehalten, und vielleicht gar verbrannt worden ſeyn, der eine ſolche Frage gewagt hätte. — In unſern Tagen aber iſt es durch die Verſuche eines Galiläi, Toricelli, Sturms, Mariotte, und vieler andern ausgemacht worden, daß die Luft mit einer Queckſilberſäule von 29 Zollen, und mit einer Waſſerſäule von 32 Schuh hoch, das Gleichwicht halte. Da man nun das Gewicht des Queckſilbers und des Waſſers weiß, ſo weiß man mit folglich auch das Gewicht der Luft. — In meinem Barometer iſt

iſt $1\frac{1}{4}$ Pfund Queckſilber. Da nun dieſes von der Luft getragen wird, ſo muß die Luftſäule, die über der Oefnung der Röhre meines Barometers ruht, eben ſo ſchwer ſeyn. Würde aber die gläſerne Röhre noch zehnmal weiter ſeyn, und verhältnißmäßig mehr Queckſilber halten, ſo würde auch dieſes von der Luft getragen werden, denn man würde ſich nun auch eine zehnmal größere Luftſäule über dem Queckſilber vorſtellen müſſen. Alſo, wenn ich das Gewicht einer jeden Queckſilberſäule, von welcher Dicke ſie auch ſey, — wenn ſie nur nicht über 29 Zoll hoch iſt, — weiß; ſo weiß ich auch die Schwere einer gleich ſtarken Luftſäule. — Nimmt man das kleinſte Gewicht des Waſſers, nämlich auf einen Cubikſchuh 60 Pf. und die kleinſte Höhe einer ſolchen Waſſerſäule zu 30 Schuh an, ſo drückt die Luft auf eine Fläche von der Größe eines Schuhes ins Gevierte, mit einer Laſt von 30mal 60 — das iſt mit 1800 Pfunden, oder 18 Centnern. Nun wird man im Stande ſeyn, die Schwere einer jedesmaligen angenommenen Luftſäule zu beſtimmen: und man wird auch nunmehro einſehen, warum eine gläſerne oder blecherne Kugel zerſpringen müſſe, wenn die innere Luft herausgepumpet iſt. Denn nimmt man die Oberfläche derſelben nur zu 70 Quadratzolle an, ſo wird ſich durch die Berechnung ergeben, daß die Luft mit einem Gewichte von beinahe 13 Centnern auf dieſelben drücke. Iſt es alſo ein Wunder, wenn jene zerdrückt, und dieſe in Falten gelegt wird?

Der Menſch trägt eine noch weit größere Laſt von Luft auf der Oberfläche ſeines Körpers. Man rechnet die ausgeſpannte Haut eines Menſchen insgemein auf 20 Quadratſchuh. Da nun eine Fläche eines Quadratſchuhes von 1800 Pfd. Luft gedruckt, ſo wird ſo nach der ganze Menſch von einer Laſt von 20mal 1800, das iſt 36000 Pfunden oder 360 Centnern gedrückt. — Sollte man nicht vermuthen er müſſe unter dieſer Laſt erliegen, oder zerquetſcht werden? — Allerdings, und es würde auch

ſicherlich

ſicherlich geſchehen, wenn er nicht in ſeinen Lungen und in allen ſeinen Eingeweiden ſo viel Luft hätte, welche der äuſſern das Gegengewicht hält.

Die Schwere der Luft iſt eine für uns ſo vortheilhafte Eigenſchaft, und wir benutzen ſie zu ſo vielen Dingen, daß ſie es in der That verdient mehr erkannt und geſchätzt zu werden. Wie viel würden wir nicht entbehren müſſen, wenn die Luft keine Schwere hätte! Der Vogel würde umſonſt mit Flügeln verſehen ſeyn, er würde in einer ſolchen Luft nicht fliegen können. — Die Luftſchifferei, von der vielleicht einſtens noch unſere Nachkommen einen weſentlichen Vortheil ziehen werden, würde ohne die mit Schwere verſehene Luft ein Unding ſeyn. — Unſere Feuerkünſte und Pumpenwerke würden ohne die Schwere der Luft umſonſt arbeiten, und kein Waſſer in die Höhe bringen.

Wir wollen dieſem leztgedachten Vortheil nur einige Augenblicke weiters Nachdenken ſchencken, weil er der wichtigſte, und in die Augen fallendſte iſt. — Was geſchiehet, wenn wir Waſſerpumpen, oder vermittelſt einer Feuerſprütze, daſſelbe in die Höhe treiben! Wir machen in der Röhre der Pumpe vermittelſt der darinnen befindlichen Ventile einen luftleeren Raum indem der Stempel in die Höhe gezogen wird. Das Waſſer aber, als ein ſchwerer Körper würde dieſen leeren Raum durch eigene Macht nicht ausfüllen, ſondern in ſeiner ruhigen Lage bleiben. Allein die über der Waſſerfläche des Brunnens liegende Luft drückt mit einer ſehr großen Gewalt auf das Waſſer, und nöthiget es alſo, durch das Ventil in den luftleeren Raum des Pumpenſtiefels zu dringen, von wo aus er ſodann weiter befödert wird.

Die Luft beſizt eine faſt noch merkwürdigere Eigenſchaft, und das iſt die Elaſticität, die wir nun betrachten wollen. Jedermann weiß, daß unter dieſem Worte diejenige Kraft verſtanden werden ſoll, nach welcher ein

Körper ſich zuſammendrücken läßt, ſich oben auch ſogleich wieder in ſeine vorige Geſtalt und Lage zurück begiebt, wenn der Druck aufhöret. — Daß die Luft dieſe Eigenſchaft und zwar in einem ſehr hohen Grade beſize, davon kann man ſich ſogleich durch einen ſehr leichten Verſuch überzeugen. Man nehme ein leeres Trinkglas, und ſtürze daſſelbe umgekehrt in eine tiefe Schüſſel voll Waſſer; ſo wird man einen Widerſtand empfinden, der von nichts anderm, als der im Glaſe befindlichen Luft herrühret, welche ſich zwar bis zu einem gewiſſen Grade zuſammenpreſſen läßt, alsdenn aber widerſtehet, und es auch verhindert, daß ſich das Glas auf dieſe Art nicht mit Waſſer anfüllet. —

Noch ſtärker fällt die Elaſticität der Luft in die Augen, wenn man unter die Glocke einer Luftpumpe eine zuſammengedrückte und feſt zugebundene Blaſe legt, hierauf die Luft, welche ſich um die Blaſe unter der Glocke befindet, auspumpet. Denn ſo bald man nur zu pumpen angefangen hat, ſchwillt die Blaſe auf, und dehnt ſich, wenn man zu pumpen fortfährt, ſo ſtark aus, als ſie kaum durch das Aufblaſen ausgedehnt werden kann. Läßt man aber wieder Luft unter die Glocke, ſo fällt auch die Blaſe wieder zuſammen, und erhält ihre vorige Geſtalt wieder. Dieſes Ausdehnen und Zuſammenziehen der Blaſe kann von nichts anders herkommen, als von der wenigen Luft, die ſich noch zwiſchen den Falten der zuſammengedrückten Blaſe befindet; weil ſonſt nichts darinnen iſt. So bald die äuſſere um die Blaſe befindliche Luft weggeſchaft iſt, dehnt ſich dieſe wenige Luft dergeſtalt aus, daß ſie die Blaſe aufſchwillt, und ſie fällt wieder zuſammen, wenn friſche Luft hineingelaſſen wird, weil ſie der größern Menge nicht widerſtehen kann.

Es iſt alſo aus dieſen Verſuchen klar, daß die Luft einen ſehr großen Grad von Elaſticität haben muß, weil ſie ſich leicht in einen ſehr großen Raum ausdehnen, und wieder in einen ſehr kleinen Raum zuſammenziehen kann. — Wie

— Wie weit ſich aber die Luft ausdehnen kann, und wieder zuſammenpreſſen läßt, das iſt nicht ſo genau zu beſtimmen. Wenn man z. B. eine metallene ſehr dichte Röhre, die einige Ellen lang wäre, nimmt, einen Stempel hinein paßt, der recht genau auf allen Seiten anſchließt, denſelben bis auf den Boden der Röhre hinein ſtößt, ſo jagt man dadurch die Luft aus der Röhre. Läßt man nun ein weniges fehlen, daß der Stempel den Boden nicht gänzlich berühre, ſo bleibt alſo auch etwas Luft zurück. Verſtopft man nun das im Boden der Röhre befindliche kleine Loch, wodurch die Luft herausgefahren iſt, und zieht den Stempel zurück; ſo dehnt ſich die wenige Luft auch in die ganze Röhre aus: und dies würde geſchehen, wenn die Röhre auch mehrere hundert Meilen lang wäre. Nimmt man dieſe nämliche Röhre, und ſtößt den Stempel oben hinein, nachdem man vorher die untere Oefnung genau verſtopft hat, ſo kann man den Stempel, wenn man hinlänglich viel Gewalt anwendet, auch faſt bis auf den Boden hinab bringen: und in dieſem Falle wird die Luft, die vorher in der ganzen Röhre befindlich war, um ſo viel zuſammengepreßt. — Wenn der Stempel bis in die Hälfte der Röhre gekommen; ſo iſt die Luft noch einmal ſo viel zuſammengepreßt und verdichtet; ſtößt man den Stempel wieder um die Hälfte der noch übrigen Röhre hinein; ſo iſt nunmehro die Luft in einen viermal kleinern Raum zuſammengepreßt u. ſ. w. Einige Naturforſcher wollen ſogar gefunden haben, daß ſich die Luft bis auf den 1551ſten Theil ihres Umfangs oder Raums zuſammenpreſſen laſſe. —

Auf dieſe merkwürdige Eigenſchaft der Elaſticität der Luft gründen ſich abermal verſchiedene Werkzeuge, deren wir uns im gemeinen Leben mit vielem Vortheile bedienen. — Ich will zuerſt die Windbüchſe beſchreiben, ob ich gleich glaube, daß ſie den meiſten meiner Leſer dem Namen und der Geſtalt nach bekannt ſeyn wird.

Aeuſſerlich ſieht dieſelbe einer Flinte vollkommen gleich; und hat auch ein Schloß wie dieſelbe; nur daß dieſes nicht zum Feuerſchlagen eingerichtet, ſondern zu einer andern Abſicht beſtimmt iſt. Auch findet man bei einigen Windbüchſen unter dem Schloſſe eine hohle Kugel. Da, wo dieſe fehlt, befindet ſich hinten im Schafte ein Gefäß, worein die Luft gepreßt wird, und welches man den Luftſack nennt. Das Rohr der Windbüchſe ſtehet vermittelſt einer Schraube mit der Kugel oder dem Windſack dergeſtalt in Verbindung, daß die Luft aus demſelben in das Rohr gehen, und die hineingeladene Kugel heraustreiben kann. In dem Winſacke aber befindet ſich ein Ventil, welches nach innen zu geöfnet werden kann, und dieſes Oefnen erfolgt, wenn der Hahn losgedrückt wird, welcher vermittelſt einer eiſernen Stange das Ventil aufſchlägt, ſo daß die Luft heraus kann. Da aber dieſes Oefnen des Windſacks nur einen Augenblick dauert: ſo geht mitfolglich nicht alle darinnen befindliche Luft auf einmal, ſondern nur ſo viel heraus, als zu einem jeden Schuſſe nöthig iſt: und man kann daher mit einer vollgepumpten Windbüchſe einigemal hinter einander ſchießen, ohne jedesmal friſche Luft pumpen zu dürfen. Indeſſen iſt leicht begreiflich, daß jeder der folgenden Schüſſe ſchwächer werden muß, weil die Luft jedesmal vermindert wird, und alſo ihre Spannung oder Elaſticität und Dichtigkeit verliert.

Weil man durch die Windbüchſe einen Menſchen tödten kann, ohne befürchten zu müſſen, durch den Knall, wie bei andern Gewehren, verrathen zu werden; indem beim Losdrücken des Hahns nur ein kleiner, faſt unmerklicher Schlag gehöret wird: ſo hat die Obrigkeit für gut befunden, den allgemeinen Gebrauch dieſes Mordgewehrs einzuſchränken und zu verbieten.

Wie werden nun aber die Windbüchſen mit Luft gefüllet? — Man hat ein ſtarkes eiſernes Rohr, an welches man die Kugel oder den Luftſack anſchraubt. In

das

das Rohr gehet ein genau paſſender Stempel, der unten mit einem doppelten Angriff verſehen iſt, ſo daß man mit den Füßen darauf treten, und das ganze Inſtrument beim Pumpen halten kann. Unten hat das Rohr ein Loch. Wenn nun der Stempel zurück gezogen, oder, welches gleichviel iſt, das Rohr mit dem Winſack dergeſtalt in die Höhe gezogen wird, daß der Kolben des Stempels bei dieſem Loche vorbei geht, ſo dringt ſogleich die äuſſere Luft in das Rohr. In dieſem Augenblicke wird aber der Stempel oder der Cylinder wieder zurückgeſtoßen, und die in demſelben gefangene Luft kann nicht wieder zurück. Sie wird alſo zuſammengepreßt, und muß endlich durch das Ventil in den Windſack, der ſich aber ſogleich hinter ihr wieder zuſchließt, und ihr den Rückweg verſperrt. So wird denn bei jedem Stoße eine Quantität Luft in das Behältniß gepreßt, und dieſes geht ſo fort, bis es ſeine gehörige abgemeſſene Ladung hat. Würde man dann noch fortpumpen wollen, ſo würde man Gefahr laufen, den Windſack zu zerſprengen, und man könnte leicht von einem Stücke ſchwer verwundet oder getödtet werden.

Könnte man die Windbüchſen dergeſtalt vergrößern, daß ſie ſo viel Luft faßten, als zum Treiben einer Kanonenkugel erforderlich iſt, ſo würden die Kriege weit wohlfeiler geführet werden können. Was jedoch der menſchlichen Kunſt unmöglich iſt, das verrichtet die Natur bei dem Schießpulver auf eine ſehr leichte Art; denn blos die in dem Schießpulver eingeſchloſſene Luft iſt es, welche, indem ſie durch das Feuer plözlich ausgedehnt wird, die Wirkung hervor bringt, die uns in Erſtaunen ſezt.

Der Elaſticität der Luft verdanken wir noch unzählig andere Vortheile, die ſie uns dann verſchaft, wenn wir ſie in dem bekannten Inſtrument — dem Blaſebalge — auffangen, und durch einen engen Weg wieder herauspreſſen. Durch Hilfe dieſes vermehren wir die Glut des Feuers dergeſtalt, daß es die härteſten Metalle ſchmelzt,

welche ohne eine ſo vermehrte Hitze nicht in Fluß gebracht werden könnten. Faſt alle unſere Metallarbeiten würden alſo wegfallen, wenn die Luft nicht elaſtiſch wäre; ja wir würden die Metalle zum Theil ſelbſt entbehren, indem ſie erſt aus den Erzen geſchmolzen werden müſſen, welches ohne die großen Schmiedeblaſebälge nicht möglich wäre. — Und welches Vergnügen verſchaft uns die gepreßte Luft, wenn ſie durch blaſende Inſtrumente geleitet wird. Flöten und Pfeifen, Trompeten, Poſaunen und Hörner, Fagot und Oboën und Schallmeien würden alle nicht ſeyn, wenn die Luft ſich nicht zuſammenpreſſen lieſſe. Und wo bliebe denn die majeſtätiſche vollſtimmige Orgel, die Begleiterin unſerer Lobgeſänge, die Erweckerin des Herzens zur Andacht, ohne den gepreßten Wind? —

So wenig können wir alſo die Luft entbehren, und ſo groß ſind ihre Vortheile! Aber nur die Wenigſten kennen und verſtehen ſie: und das, was ich hier davon angeführt habe, iſt ſelbſt kaum der tauſendſte Theil derſelben.

Da die Luft ein Körper iſt, der zwar aus undenklich kleinen Theilen beſtehet, die aber doch alle eine gemeinſchaftliche Schwere haben, und da ſich die Luft zuſammendrücken läßt: ſo iſt leicht begreiflich, daß die Luft nahe an der Erdfläche viel dichter ſeyn müſſe, als diejenige, welche ſich in einer beträchtlichen Entfernung von der Oberfläche der Erde befindet. Man mag ſich die Luft als Kügelchen, die über die Erdoberfläche ausgebreitet ſind, oder jedesmal als eine Säule von einer gewiſſen Dicke und Höhe vorſtellen; ſo erhellet, daß die untere Luft allemal viel dichter ſeyn müſſe, als die obere, weil ſie von derſelben ſtärker zuſammengedrückt wird, als die Luft in den höhern Gegenden; welches denn auch die häufigen, in den neuern Zeiten angeſtellten Verſuche und Beobachtungen völlig beſtätigen.

Es iſt ſehr leicht, ſich von der Wahrheit dieſes Satzes durch eigene Erfahrung zu überzeugen. Man nehme

nehme eine leere gläſerne Bouteille, je größer, deſto beſſer, und verſtopfe ſie unten im Thale, oder am Fuße eines Berges ſehr feſt. — Mit dieſer feſt verſtopften Flaſche gehe man nun auf einen hohen Berg, oder ſehr hohen Thurm, und öfne die Bouteille vorſichtig, ſo wird man deutlich bemerken, daß Luft aus der Flaſche heraus fährt. Wiederum verſtopfe man die Bouteille oben, und trage ſie herunter; ſo wird man nunmehro, wenn ſie geöffnet wird, das Gegentheil, nämlich, daß Luft hineinfährt, gewahr werden. —

Dieſes zeigt unwiderſprechlich daß die Luft, womit die Flaſche unten in der Tiefe gefüllt wurde, mit der oben auf dem Berge nicht im Gleichgewichte ſtehe, und dichter ſeyn müſſe, weil ſie herausfährt; ſo wie umgekehrt die vom Berge mit herabgebrachte Luft dünner und lockerer ſeyn muß, weil bei Oefnung der Flaſche ein Theil der untern Luft hineindringt. Dieſes iſt denn auch die Urſache, warum beſonders ſchwächliche Perſonen nicht lange ohne Unbequemlichkeit auf ſehr hohen Bergen bleiben können. Denn da wir in einer weit dichtern Luft zu leben gewohnt ſind, ſo wird uns das Athemholen zu beſchwerlich, wenn wir mit einer zu ſehr verdünten Luft umgeben ſind.

Noch deutlicher kann man die Verſchiedenheit in der Dichtigkeit der Luft bei verſchiedenen Höhen aus den barometriſchen Beobachtungen erſehen. Denn, ſteigt man mit einem Barometer auf einen Thurm oder Berg; ſo wird man finden, daß das Quekſilber in der Röhre immer tiefer fällt, je höher man kommt, hingegen wieder zu ſteigen anfängt, ſo bald man wieder herunter geht. Und das iſt ganz natürlich; weil die höhere Luft dünner iſt, und alſo das Quekſilber nicht ſo gut tragen kann, wie die untere dichtere und ſchwerere Luft. Auf dem Berge Pico auf der Inſel Teneriffa, welcher 13278 pariſer Fuß hoch ſeyn ſoll, ſtehet das Quekſilber im Barometer um 10 Zoll 7 Linien tiefer als unten am Fuße des

Berges. Hingegen bemerkte ein anderer Naturforſcher, als er in einen Schacht mit dem Barometer einfuhr, daß das Queckſilber, welches oben $25\frac{2}{100}$ Zoll ſtand, unten im Schachte, deſſen Tiefe 691 Fuß betrug, bis auf $\frac{74}{100}$ Zoll geſtiegen war.

Die Mathematiker und Naturforſcher haben ſich daher viele Mühe gegeben, eine zuverläßige Regel zu entdecken, nach welcher die Veränderung des Barometers in verſchiedenen Höhen, und wiederum die Höhen der Oerter aus der Veränderung des Barometers beſtimmt werden könnten. Da man indeſſen hierüber noch nicht zu einer völligen Gewißheit gekommen iſt: ſo wollen wir uns auch nicht weiter dabei aufhalten. Wir gehen daher zur Betrachtung einer ſehr wichtigen Folge, die aus der Elaſticität der Luft entſpringt über: und dieſer neue Gegenſtand iſt der Schall.

Aber ich ſehe daß die Zeit bereits verfloſſen iſt, und daß ich dieſe Abhandlung nicht mehr würde beendigen können. Ich will daher lieber hier abbrechen, um über acht Tage ununterbrochen von dieſer ſehr wichtigen Materie reden zu können.

Vierzehnte Vorleſung.

Betrachtung des Schalles.

Ob gleich der Schall zu ſeiner Entſtehung und Fortpflanzung die Luft nicht ſchlechterdings nöthig hat, ſo wird derſelbe doch auch durch dieſelbe verbreitet, wenn die ſchallenden Körper unſere Gehörnerven nicht unmittelbar berühren. Wie nun der Schall entſtehen, und durch die Luft fortgepflanzt werden kann, davon wollen wir uns izt genauer überzeugen.

Wenn man einen Stein in die Mitte eines ſtillſtehenden Waſſers wirft, ſo entſtehen aus dem Mittelpunkte eine Menge Kreiſe oder kleine zirkelförmige Wellen, die ſich immer weiter ausbreiten und bis an den Rand anſtoſſen, oder ſich verlieren, wenn ſie zu weit gehen. — Eine ähnliche Bewandniß hat es nun auch mit den Schallwellen, die in der Luft entſtehen. Nur iſt hierbei noch das zu merken, daß die Waſſerwellen ſich nur auf einer Horizontalfläche verbreiten, die Schallwellen der Luft hingegen ſich nach allen Punkten und Richtungen erſtrecken, und alſo lauter Kugelkreiſe bilden, die aus dem Punkte, wo der Schall entſtehet, kommen.

Von dieſer Fortpflanzung des Schalles aber würde man ſich einen ſehr unrichtigen Begriff machen, wenn man glauben wollte, daß ſich dabei die Luftmaſſe aus ihrer Stelle bewegte. Nein, — ſondern es werden nur durch das Zittern des ſchallenden Körpers die einzelnen Lufttheilchen zuſammengedrückt, welche ſich vermöge ihrer Elaſticität wieder ausdehnen, und dieſe zitternde Bewegung den nächſten Lufttheilchen mittheilen. Denn, daß

ſich der Schall nicht auf eben die Art, wie das Waſſer eines Stroms fortbewegt, iſt daraus klar, weil die Flamme eines Lichts, welche doch wegen ihrer Leichtigkeit ſehr bald in Bewegung geſezt werden kann, ſich nicht im geringſten bewegt, wenn gleich das Licht ſehr nahe an eine angeſchlagene Glocke, oder an einen andern ſtark ſchallenden Körper geſezt wird; doch nur unter der Bedingung, daß dieſer Körper nicht ſelbſt bewegt wird, und durch ſeine Bewegung der Luft eine Bewegung mittheilt.

Es entſtehet aber ein Schall, wenn zween elaſtiſche Körper einander ſchnell und heftig berühren; denn dabei gerathen ihre Theile in eine zitternde Bewegung. Man kann das deutlich an einer Glocke ſehen, wenn man feinen Sand auf ihren Rand ſtreuet, und die Glocke mit einem Hammer ſchlägt; da ſieht man daß der Sand mit einer unbegreiflichen Geſchwindigkeit darauf herumhüpft und dieſes dauert ſo lange, als die Fibration der Glocke währet, und eben ſo lange währt auch der Schall.

Nun iſt die Luft zwar ein ſehr feiner flüßiger Körper, der bei dem mindeſten Widerſtande ausweicht, wenn ſich ein Körper in ihr bewegt. Aber ſie kann nur bis auf einen gewiſſen Grad der Geſchwindigkeit ausweichen. Iſt die Bewegung eines Körpers geſchwinder, und überſteigt ſie den Grad der Möglichkeit, wo die Luft noch ausweichen kann: ſo wird ſie nunmehro in ihren Theilen erſchüttert. Die Fibration des ſchallenden Körpers, oder ſein Ausdehnen und Wiederzuſammenziehen iſt geſchwinder als daß die an ihn anſtoſſende Luft jedesmal ausweichen kann. Sie bekommt alſo eben ſo viele Schläge, als der zitternde oder ſchallende Körper Schwingungen macht. Bei jedem Schlage werden nun die Lufttheilchen zuſammen gepreßt, dehnen ſich aber auch ſogleich wieder aus: und ſo wie die an den zitternden Körper anliegenden Lufttheile erſchüttert werden, ſo theilen dieſe den nächſt anliegenden dieſe Erſchütterung wieder mit, und ſo verbreitet ſich dieſelbe rings um den Körper, und nach allen

Punkten

Punkten und Richtungen weiter oder näher, je nachdem die erſte Erſchütterung ſtärker oder ſchwächer iſt. —

Ich hoffe man wird nach dieſer Erklärung nunmehro im Stande ſeyn, ſich die Entſtehung des Schalles, und ſeine Verbreitung oder Fortpflanzung vorzuſtellen. —

Wenn nun dieſe Erſchütterung der Luft ſo weit reicht, daß ſie unſere Gehörnerven berührt, und dieſelben zugleich erſchüttert, ſo hören wir den Schall. — Was aber beim Hören eines Schalles in unſerm Körper vorgeht, und wie die Seele denſelben wahrnimmt, das gehöret nicht hieher, ſondern in die Anthropologie. —

Der Luftſchall iſt alſo nichts weiter, als eine Art von Wellen, welche aus zuſammengepreßter Luft beſtehen, die Zuſammenpreſſung derſelben mag nun geſchehen, wo und wie ſie wolle. Schießpulver z. B. erregt blos deswegen einen Knall, wenn Feuer dazu kommt, weil es die Luft, womit es umgeben iſt, plözlich rings herum von ſich ſtößt, und zwar ſo ſchnell, daß dieſelbe nicht geſchwind genug ausweichen kann; mithin nothwendig zunächſt um daſſelbe herum gepreßt wird, oder, welches gleich viel iſt, eine Luftwelle bildet, welche ſich ſodann weiter verbreitet, und nun den Namen einer Schallſchwingung oder Luftwelle führt. Beinahe auf eben dieſe Art preſſen auch tönende Saiten, und andere klingende Körper die zunächſt an ihnen liegende Luft alle Augenblicke zuſammen, und bilden ſchnell ſehr viele ſolche Luftwellen hinter einander, indem ſie ſich ebenfalls geſchwinder, als die anliegende Luft ausweichen kann, in ihr hin und her bewegen, oder zittern.

Es kann aber auch ſchon ein Knall entſtehen, ohne daß ein feſter Körper ſich in der Luft bewegt. Man darf nur einen luftleeren Raum machen, und ihn plözlich öfnen, wenn man einen ſtarken Knall hervorbringen will. So hört man z. B. ſehr deutlich ein ſtarkes Ziſchen bei der Luftpumpe, wenn ſie leer gemacht worden iſt, und

die Luft wieder hineingelaſſen wird. Noch ſtärker iſt dieſes Geräuſch bei der Windbüchſe, wenn man den Hahn abdrückt, und eine Quantität Luft herausfährt. Am allerdeutlichſten aber kann man ſich davon überzeugen, wenn man eine weite, aus dickem Blech verfertigte Röhre, die an beiden Enden offen, und am obern nur mit einer darübergeſpannten dünnen Blaſe dicht verſchloſſen iſt, auf den Teller der Luftpumpe ſezt, und ſie ſodann ausleert: da denn die äuſſere Luft vermöge ihres Gegendrucks die Blaſe zerſprengt, und mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit auf den Teller hinabfällt. Wegen dieſer großen Geſchwindigkeit preßt ſie ſich nun unten am Teller ſelbſt zuſammen, und bildet mithin hier eine ſehr ſtarke Luftwelle, welche ſo fort wieder zurücke prallt, und ſich ausbreitet, folglich in unſern Ohren einen Knall oder ein Krachen erregt. Auf die nämliche Weiſe wird auch der Lauf oder die ſogenannte Seele eines Geſchützes ungemein plötzlich wieder mit Luft erfüllet, ſo bald es gelöſet iſt. Sie preßt ſich alſo ebenfalls mit Gewalt zuſammen, indem ſie an den Boden dieſer plötzlich leer gewordenen Höhle ſtößt: folglich bildet ſie daſelbſt ebenfalls eine ſtarke Luftwelle, welche wieder zurücke herausfährt, und mithin das Krachen, welche theils von der Ausdehnung des entzündeten Pulvers, theils von der dadurch entſtandenen Erſchütterung des Geſchützes bewirkt wird, noch verſtärken und vervielfältigen hilft.

Die abgeſchoßenen Kugeln hingegen erregen keinen Knall, ſondern pfeifen oder ſauſen blos, indem ſie durch die Luft fliegen, denn ihre Geſchwindigkeit iſt nicht groß genug, die Luft vor ihnen her zuſammen zu preſſen. Sie weicht ihnen vielmehr, wegen ihrer ungemein großen Flüſſigkeit augenblicklich zur Seite aus, und ſchlüpft neben ihnen vorbei, um den leeren Raum ſogleich wieder zu erfüllen, welcher alle Augenblicke hinter ihnen entſteht. Indem nun die Luft von allen Seiten hinter der forteilenden Kugel zuſammenſtößt, preßt ſie ſich ſelbſt beträchtlich zu-

ſammen

ſammen; folglich entſtehen hier ebenfalls beſtändig Luftwellen, welche ſich ſo fort nach allen Gegenden ausbreiten, und einen gedehnten Laut, welchen man das Pfeifen oder Sauſen nennt, in unſern Gehörnerven erregen.

Auf gleiche Art entſteht auch des Brauſen der Sturmwinde, denn dieſe ſtämmen ſich an die Gebäude, Wälder, Berge und Meereswogen, oder an andere dichte Körper, und preſſen ſich ebenfalls daſelbſt aus eigener Kraft zuſammen, um auf ſolche Weiſe zu unſern Ohren zu gelangen, und jenes Brauſen darinnen zu erregen. Wären alſo keine Körper in der Welt, an welche ſich die ſchnell fort ſtrömende Luft ſtämmen könnte, um ſich daſelbſt zu verdichten und Luftwellen zu bilden, ſo würden wir auch das Sauſen des Windes nicht hören.

Aus allen dieſem ergiebt ſich nun, daß die Luft nur alsdann ausweichen kann, wenn die Geſchwindigkeit des ſich in ihr bewegenden Körpers, oder ihre eigene Bewegung gegen feſtſtehende Körper nicht zu groß iſt: und ſo lange das nicht iſt, vernehmen wir weder im erſten noch im lezten Falle etwas von einer ſolchen Bewegung, und es entſteht alſo weder ein Schall noch ſonſt ein Laut.

Wenn ſich aber ein Körper hier unten an der Erdfläche während einer Sekunde um mehr als 1040 pariſche Fuß in der Luft bewegt, ſo kann ſie ihm nicht mehr ausweichen, ohne zuſammengepreßt zu werden: und in dieſem Falle entſtehet ſo fort ein Schall.

Geſezt alſo, der Raum, durch welchen ſich eine Glocke unten an ihrem Rande ausdehnet und wieder zuſammenziehet, wäre zwei Linien, oder den ſechsten Theil eines Zolles breit: ſo müßte ſie ſich in einer einzigen Sekunde wohl 80,000mal zuſammenziehen und wieder ausdehnen, um die anliegende Luft wechſelsweiſe zuſammen zu preßen, und Schallwellen zu bilden. Doppelt ſo groß würde die Anzahl ſolcher Schwingungen ſeyn müßen, wenn ſie nur eine Linie breit wären: und folglich müßte die

die Glocke in dieſem Falle 160,000mal in einer Sekunde zittern. Wären endlich dieſe Schwingungen gar nur eine halbe Linie breit; ſo müßte die Glocke deren in einer Sekunde 320,600 vollenden, u. ſ. w.

Hieraus iſt alſo klar, daß dergleichen Schwingungen auſſerordentlich ſchnell auf einander Folgen müſſen, wenn ſie einen hörbaren Klang hervorbringen ſollen; denn die Luft würde ſonſt vor ihnen zurücke weichen, ohne eine Zuſammenpreßung zu leiden, wenn dieſe Schwingungen langſamer auf einander folgten, und könnten da keine Schallwellen in ihr erzeugt werden. —

So oft ſich alſo Glocken und Saiten ausdehnen, ſo oft preßen ſie die anliegende Luft jedesmal zuſammen, und bilden auf ſolche Weiſe in einem Augenblicke eine groſſe Menge Schallſchwingungen; welche, wenn unſer Auge ſie gewahr werden könnte, als ungemein ſchmale Streifchen erſcheinen würden. Zugleich entſtehet auch ganz nahe an ſolchen tönenden Körpern jedesmal eine Art von luftleerem Raume, ſo oft ſie ſich zuſammenziehen, oder ihren Umfang verengern; und zwar darum, weil die fortgepreßte Luft nicht wieder ſo geſchwind zurücke fahren kann, als die Theile der klingenden Glocke oder Saite ſich zurücke ziehen. Dieſer leere Raum wird aber dennoch alle Augenblicke wieder von derjenigen Luft erfüllet, welche über den ruhigen Stellen liegt und vermöge ihrer Spannung mit auſſerordentlicher Geſchwindigkeit in dieſen leeren Raum alle Augenblicke an den klingenden Körper herabfällt. Hier werden ſie jedoch jedesmal aufs neue in Geſtalt ſchmaler Wellen zuſammenpreßt, ſo ſich der klingende Körper wieder ausdehnt, und ſeinen Umfang erweitert.

Die Gegend um einen klingenden Körper wird ſonach beſtändig mit neuen Schallwellen vermehrt, und dieſe eilen ſodann mit ihrer einmal erhaltenen Geſchwindigkeit nach allen Gegenden fort, ohne zu zerreißen, oder geſtöret zu werden, ohngeachtet ſie einander auf mannigfaltige

faltige Weiſe durchkreuzen. Sie folgen in eben der Ordnung und Geſchwindigkeit, in welcher ſie entſtehen, einander nach, und breiten ſich nach allen Richtungen aus, indem ſie dabei immer ſchwächer und ſchwächer werden. Sie erweitern ſich nämlich, und ſchneiden einander eben ſo, wie die Kreiſe in einem Teiche, die von etlichen hineingeworfenen Steinen entſtehen: nur daß dieſe, wie geſagt, ſich nur über die Oberfläche des Teiches ausbreiten, folglich nur Kreiſe bilden, jene hingegen ſich auch nach der Tiefe und Höhe erweitern, und mithin Kugelſchalen vorſtellen. Uibrigens braucht faſt nicht erſt erwähnt zu werden, daß die Bewegung den Schallwellen ungleich geſchwinder iſt, als die Bewegung der Waſſerwellen; denn dieſe leztern breiten ſich in einer Sekunde kaum um einen Fuß aus, da im Gegentheil jene indeſſen wohl eine Strecke von 1040 Fuß nach jeder Richtung zurücke legen. —

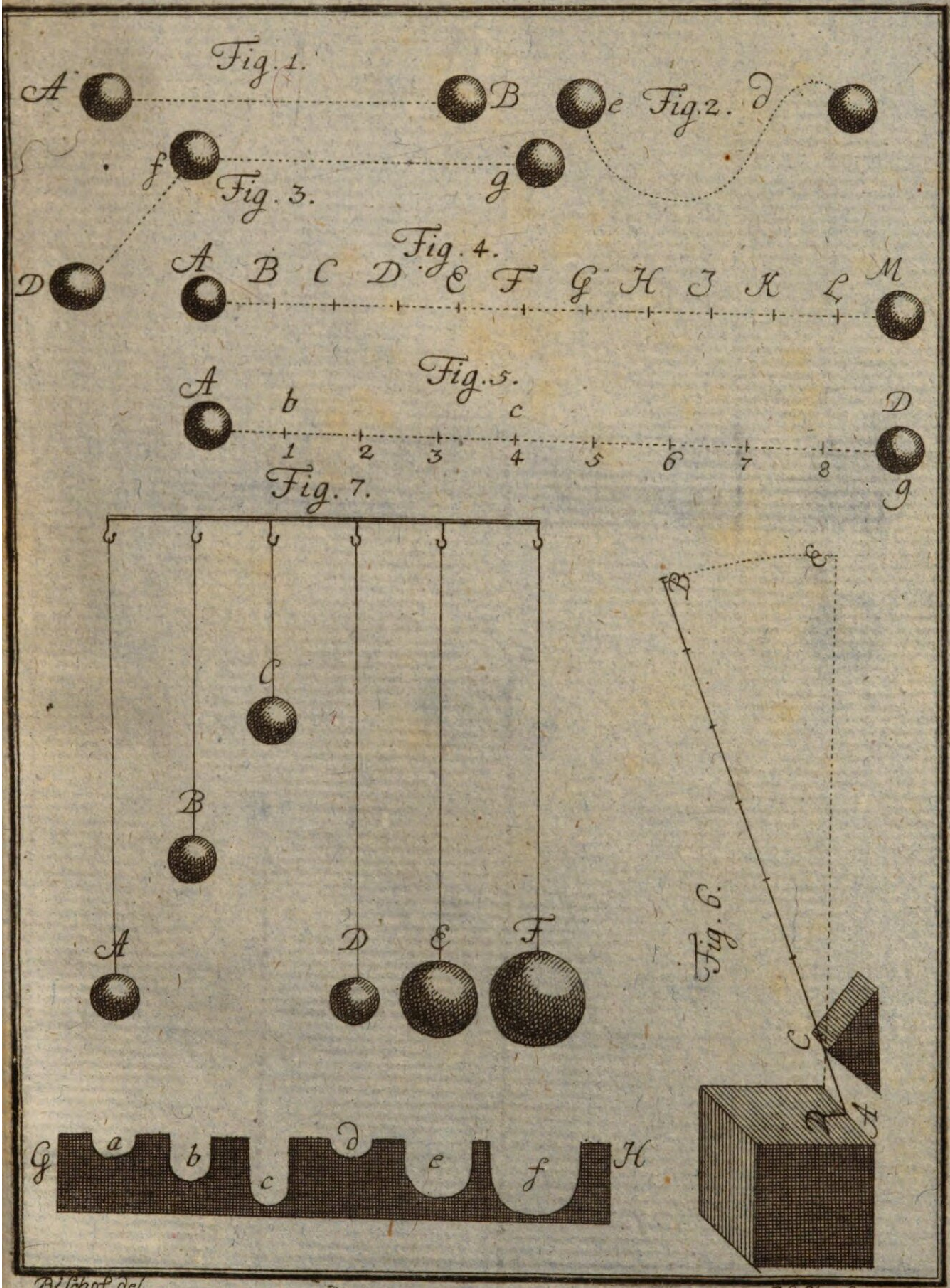
Um die Geſchwindigkeit des Schalles zu meßen, ließ man auf ziemlich weit entfernten Thürmen und Bergen, die man von den Beobachtungsorten aus noch ſehen konnte und deren Entfernung von einander man genau gemeſſen hatte, bei finſterer Nacht Pöller löſen, wobei man die Augen ſcharf nach dieſen Gegenden hinrichtete, um das Feuer, welches bekanntlich allemal nur einen Augenblick dauert, wahrzunehmen. Dann merkte man ſich die Anzahl der Secunden, welche von dem Augenblicke, da das Feuer erſchien, bis zu dem Augenblicke, da man den Knall hörte, vorbeiſtrichen, und auf ſolche Art fand man, nach mehrmals angeſtellten Verſuchen das bereits gedachte Reſultat; nämlich daß der Schall, er mag nun ſtark oder ſchwach ſeyn, bei ſtiller Luft in jeder Secunde einen Weg von 1040 pariſer Schuhen in jeder horizontalen Richtung zurücke legt. Heftige Winde und andere große Veränderungen, die zuweilen in der Atmosphäre vorgehen, vermehren und vermindern zwar dieſe Anzahl der Fuſſe zuweilen wohl um zehen bis zwanzig: aber deswegen

wegen bleibt gedachte Geſchwindigkeit immer noch ſehr groß, und kann daher als ziemlich unveränderlich betrachtet werden; beſonders wenn man ſie mit andern Geſchwindigkeiten irrdiſcher Dinge vergleicht.

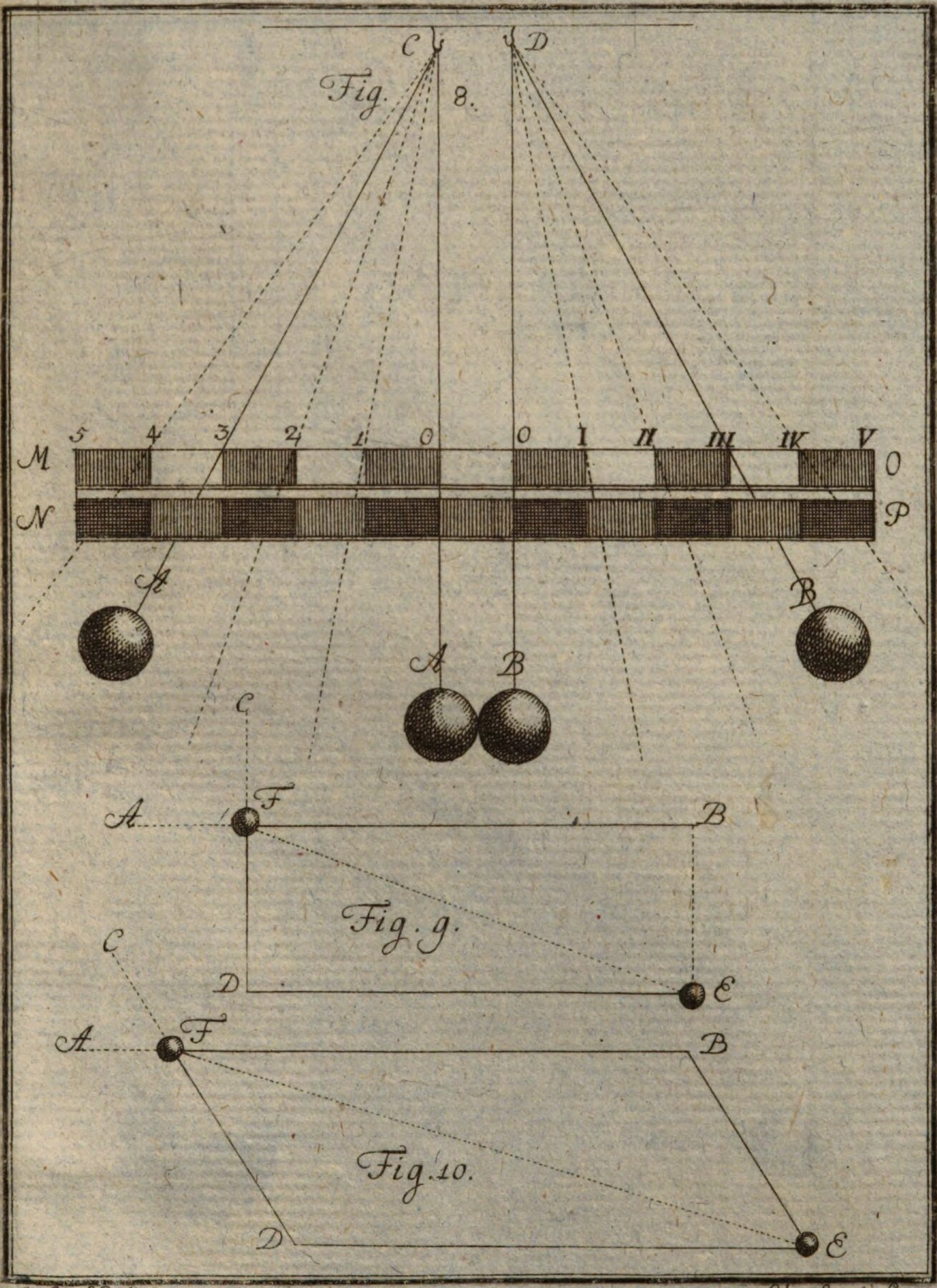
Die Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Schalles hat für uns einen ungemein großen Nutzen, ja ſie kann uns ſogar zur Beruhigung und Troſt dienen, wenn der Himmel ſeine furchtbaren Blitze ſchleudert, und gräßliche Donner hinter drein ſchickt. Aus der Beobachtung der Zeit zwiſchen dem entſtandenen Blitze und dem gehörten Donner können wir urtheilen, ob das Gewitter entfernter oder näher über unſerm Haupte ſchwebt, und ob wir alſo der Gefahr weniger oder mehr ausgeſezt ſind. Der gewöhnliche Pulsſchlag eines geſunden Menſchen, hat ſo ziemlich das Maas einer Sekunde. Zählen wir alſo in Ermanglung einer Sekundenuhr an unſerm Pulſe, die Schläge zwiſchen dem Bliz und Donner, ſo können wir ohne merkliche Fehler beſtimmen, wie weit das Gewitter von uns entfernt ſey, wenn wir nämlich auf jede Sekunde 1040 Schuh oder Fuß rechnen. Geſezt alſo, daß von dem Augenblicke, da der Bliz entſteht, bis daß der Donner gehöret wird, 10 Sekunden vergiengen, ſo wäre das Gewitter 10mal 1040 Fuß weit von uns entfernt; das iſt 10,400 Fuß, oder beinahe eine halbe geographiſche Meile. In dieſem Falle können wir ganz ruhig ſeyn, wenn auch der Bliz noch ſo ſtark geweſen wäre, und ein noch ſo entſetzlicher Schlag darauf folgte. Beide ſchaden uns nicht. Verkürzt ſich aber die Zeit, die zwiſchen dem Bliz und Donner verſtreicht, ſo daß wir kaum noch zwei Puls- oder Sekundenſchläge zählen; ſo iſt das Gewitter auch kaum 2080 Fuß von uns entfernt: und wo wir endlich Bliz und Schlag faſt zugleich wahrnehmen, da ſchlägt es ganz in der Nähe ein.

Dieſe bereits erklärte Geſchwindigkeit des Schalles findet jedoch nur in der Nähe der Erde Staat: aufwärts hingegen bewegt ſich der Schall nicht mit gleicher

Geſchwin-



Biſchof. del. J.C. Claußner. ſc:



Biſchof. del: Claußner. ſc.

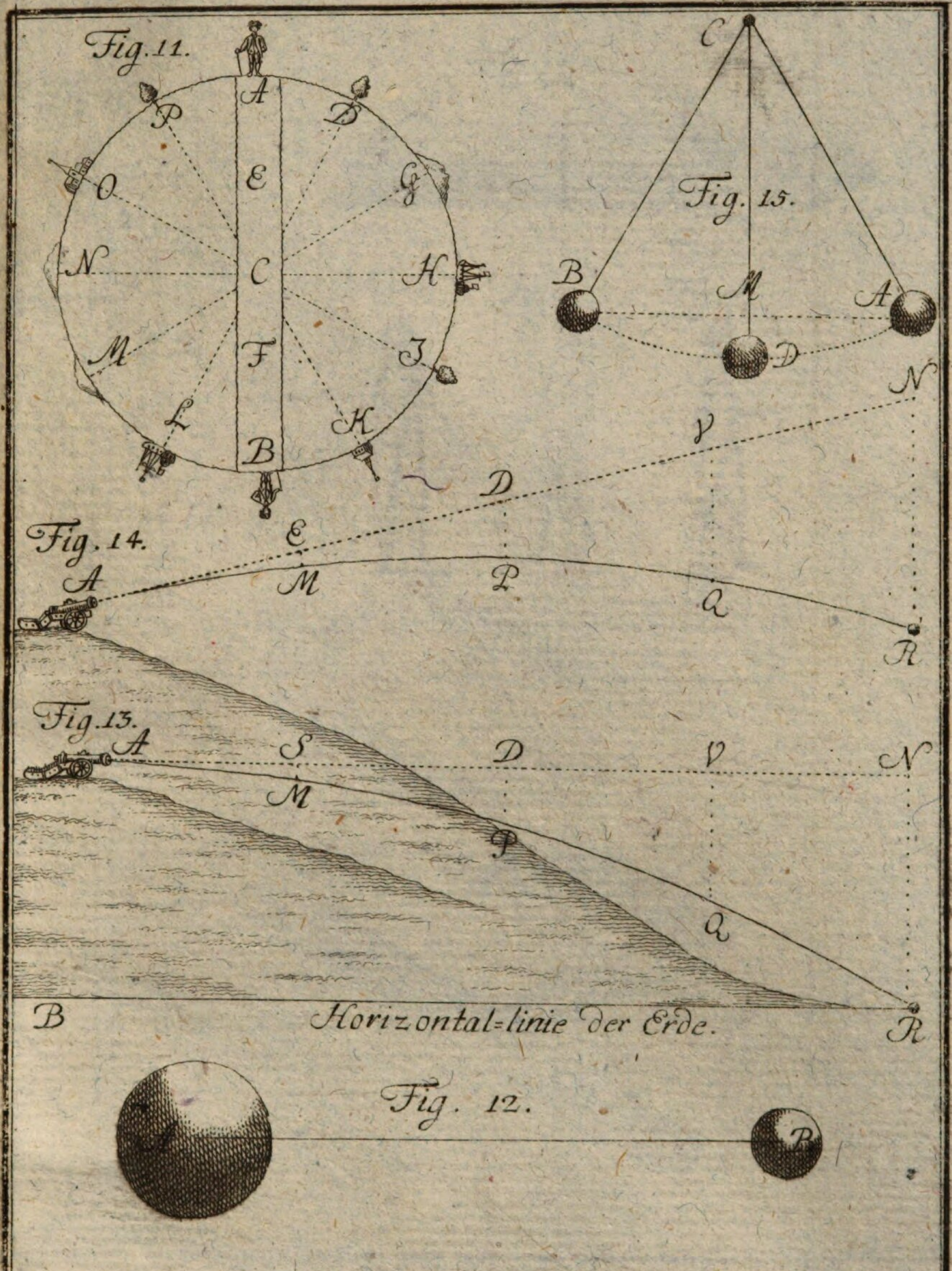
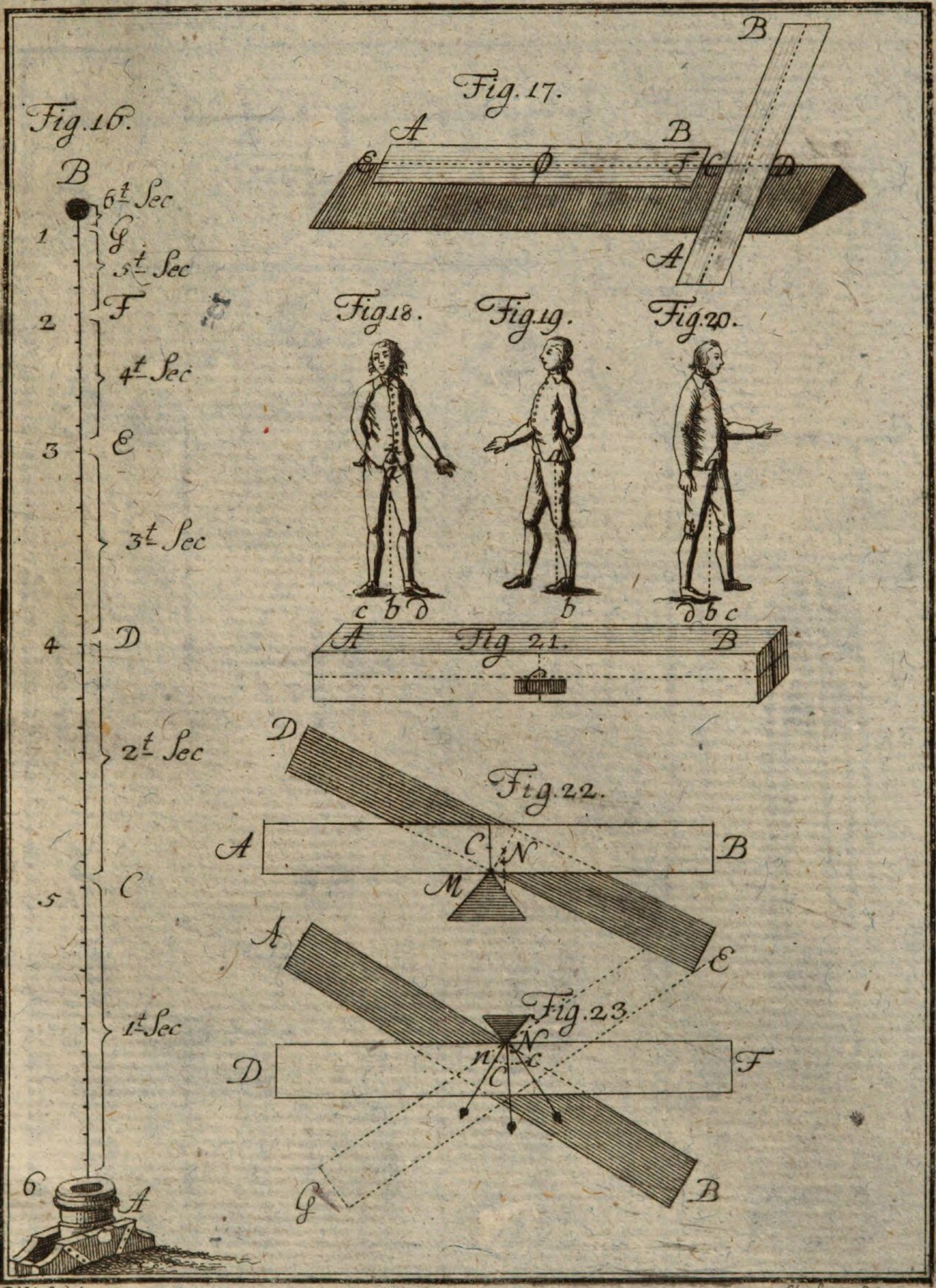


Fig. 11.
A
P
D
O
E
G
N
C
H
M
F
J
L
K
B
Fig. 15.
C
B
M
A
D
Fig. 14.
N
V
D
E
A
M
P
Q
R
Fig. 13.
A
S
D
V
N
M
P
Q
B
Horizontal=linie der Erde.
R
Fig. 12.
A
B



Biſchof. del. Clauſner. ſc

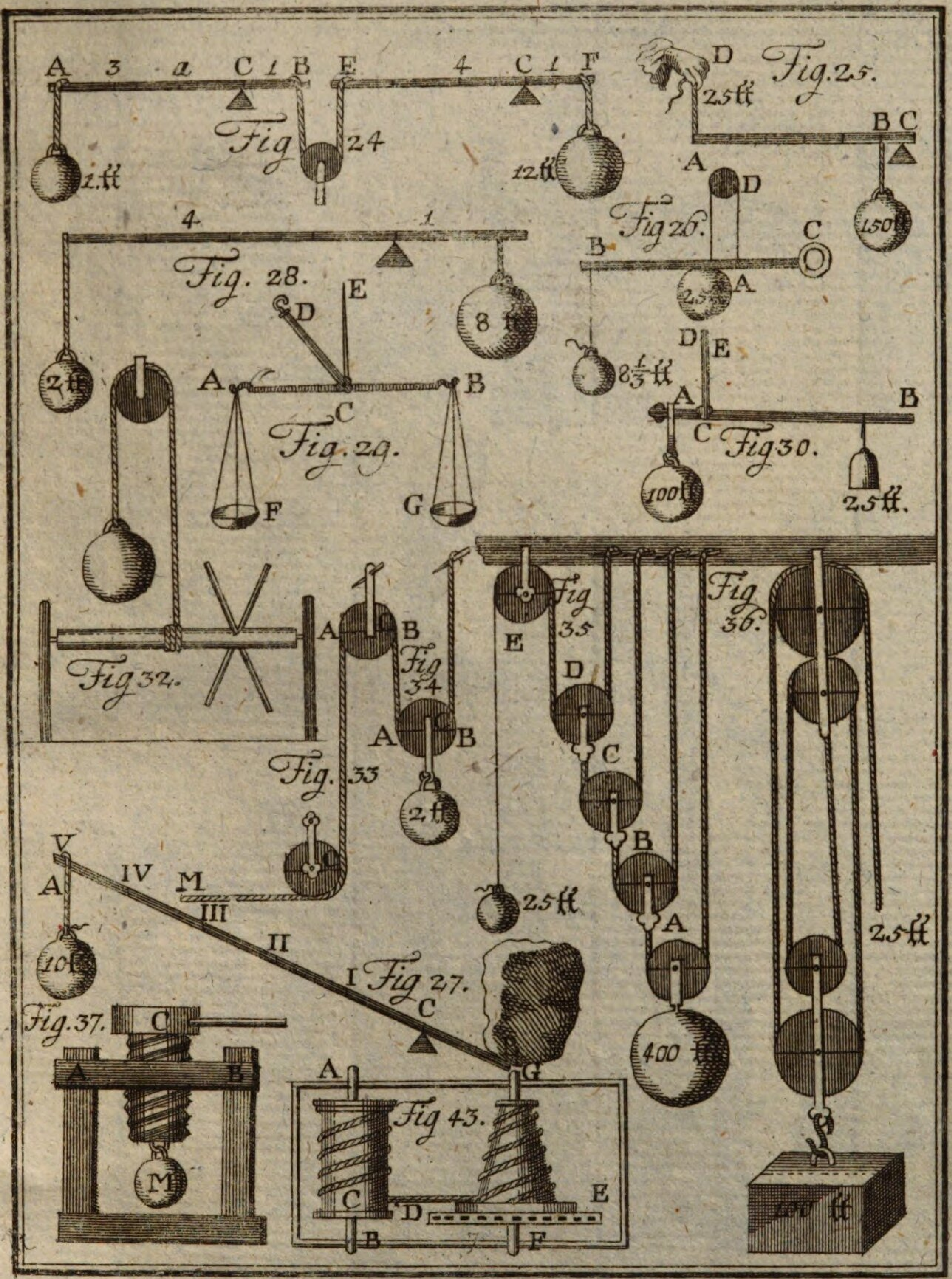


Fig 24
Fig. 25.
Fig 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig 30.
Fig 32.
Fig. 33
Fig 34
Fig 35
Fig 36.
Fig. 37.
Fig 43.
A 3 a C 1 B E 4 C 1 F
1 tt
12 tt
25 tt
150 tt
8 tt
2 tt
8⅓ tt
100 tt
400 tt
10 tt
V IV M III II I

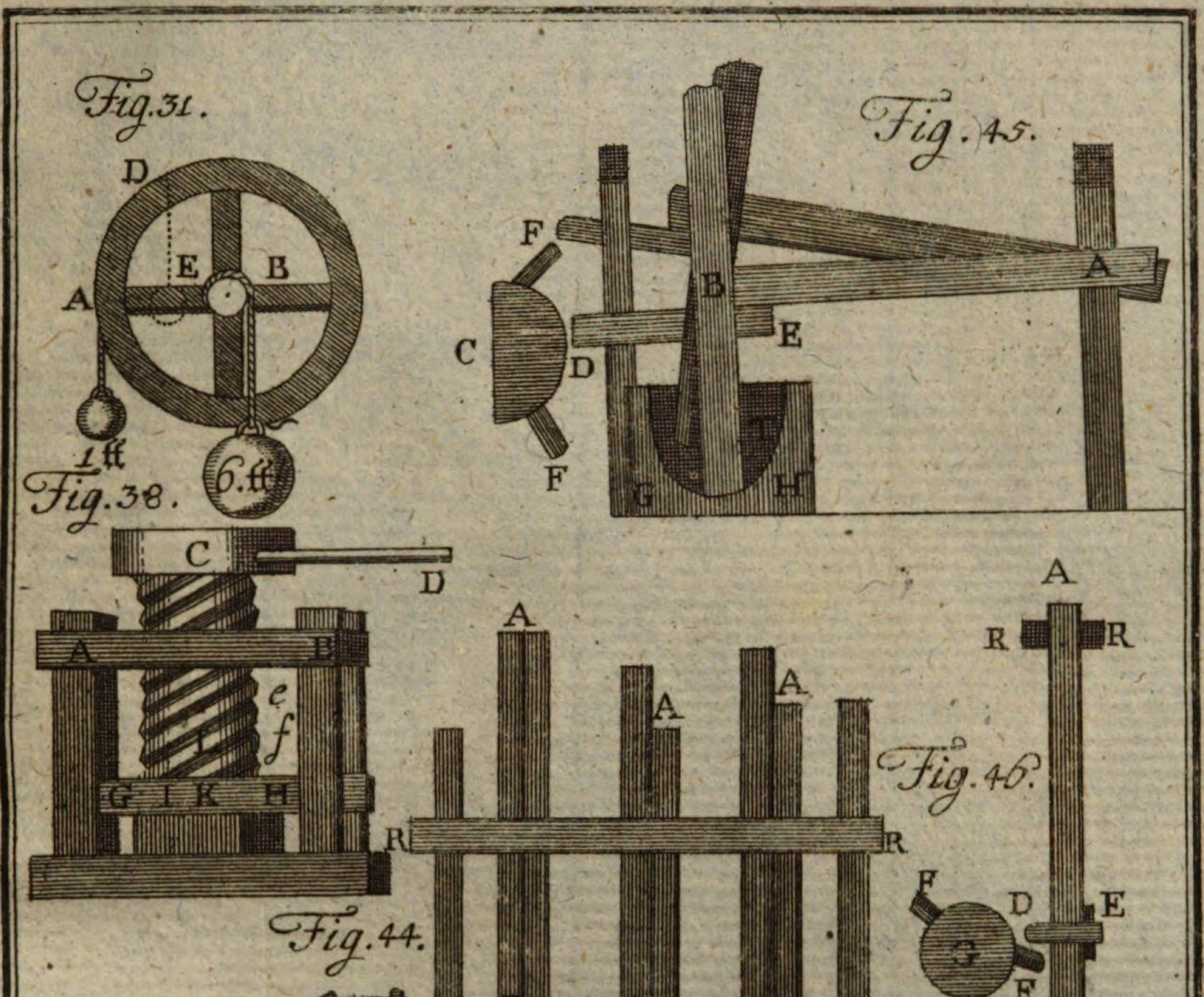
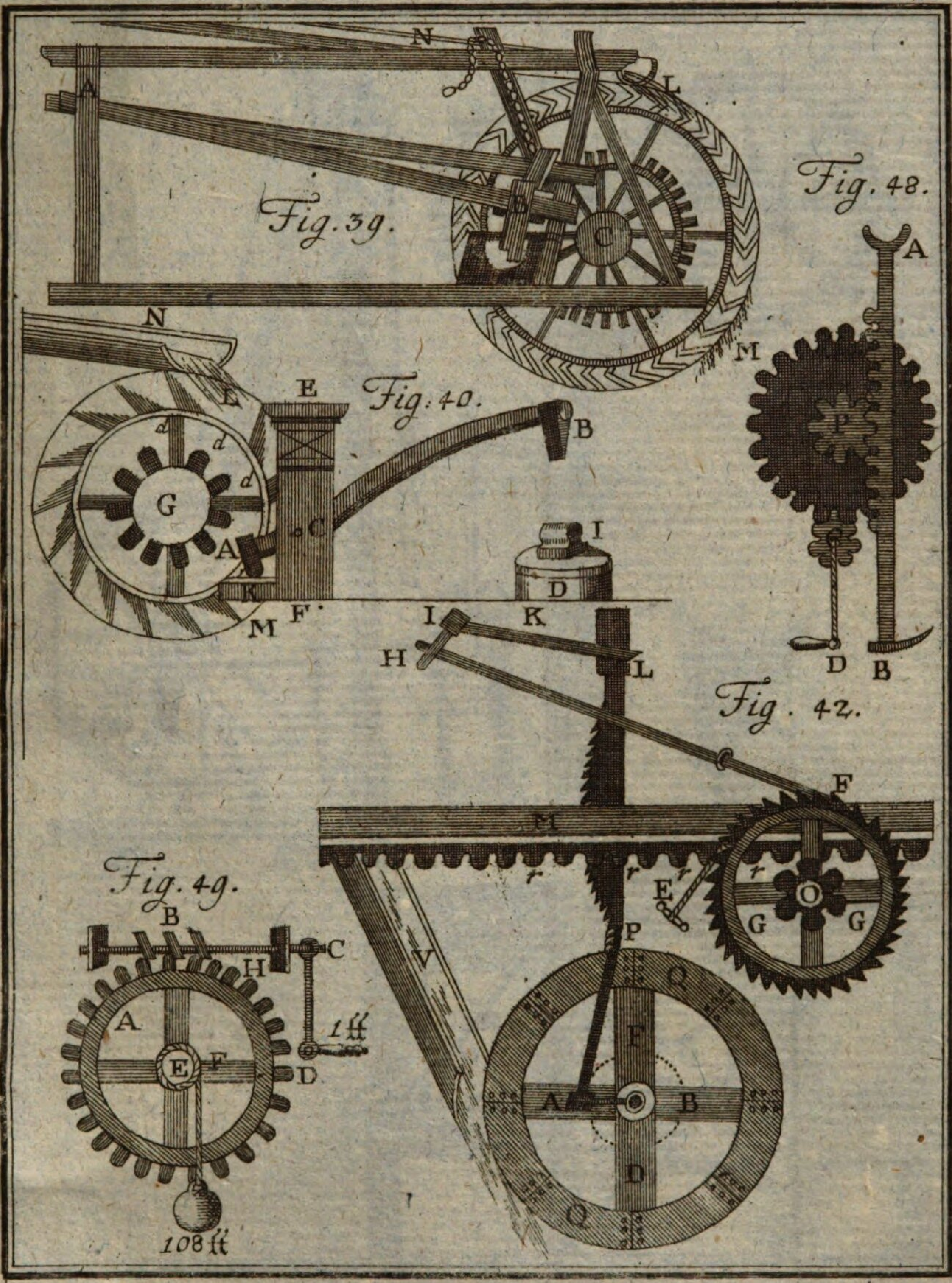
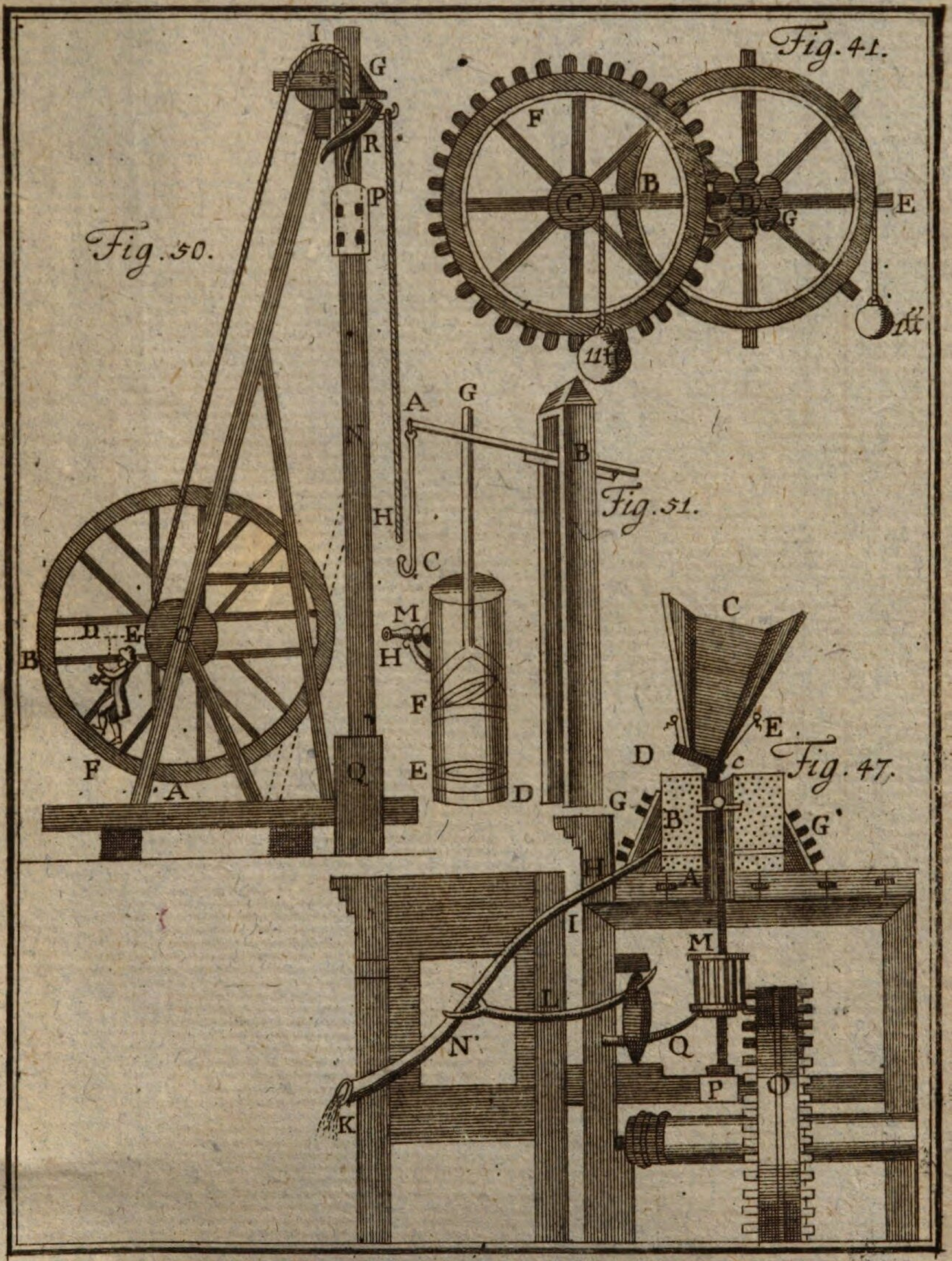


Fig. 31.
D
E
B
A
1 ℔
6. ℔
Fig. 38.
C
D
A
B
e
f
L
G I K H
R
R
Fig. 44.
Fig. 45.
F
C
D
F
B
A
E
T
G
H
Fig. 46.
A
R R
D
E
F
G
F
F
Q Q
B
C H
L K
m
m
m
L K
C
E
E
Q
Q
n
n
nn
n
o
o
I
B
T T T
G
H

2ten Bandes Tab. VII



2.ten Bandes. Tab. VIII.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bischof, Karl August

Vorlesungen über die mathematische und physikalische Erdbeschreibung

Bd.: 2 : Mit 8 Kupfern

Ansbach 1814

Math.a. 25 n-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11174119-6